

MINISTERIE VAN LANDBOUW, VISSCHERIJ EN  
VOEDSELVOORZIENING  
DIRECTIE VAN DEN LANDBOUW  
VERSLAGEN VAN LANDBOUWKUNDIGE  
ONDERZOEKINGEN — N<sup>o</sup>. 50 (13)

BODEMVRUCHTBAARHEID

DEPARTEMENT  
A. 14016

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION  
EN BODEMKUNDIG INSTITUUT TE  
GRONINGEN

3

BIJDRAGEN TOT DE KENNIS  
VAN EENIGE NATUURKUNDIGE  
GROOTHEDEN VAN DEN GROND

No. 9. EEN GECOMBINEERDE ZEEF- EN PIPETMETHODE  
VOOR DE BEPALING VAN DE GRANULAIRE  
SAMENSTELLING VAN GRONDEN

DOOR

DR. S. B. HOOGHOUDT

631.425,5  
542,9  
53,08



RIJKSUITGEVERIJ  
DIENST VAN DE  
NEDERLANDSCHE  
STAATSCOURANT

1·9·4·5



'S-GRAVENHAGE - ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ

## INHOUD

	Blz.
<b>HOOFDSTUK I</b>	
Inleiding . . . . .	675
<b>HOOFDSTUK II</b>	
Geldigheid van de Wet van STOKES; bespreking van andere formules voor bolvormige en anders gevormde deeltjes . . . . .	683
§ 1. De Wet van STOKES en de voorwaarden, waaronder deze geldig is . . . . .	683
§ 2. De deeltjes moeten bolvormig zijn . . . . .	685
§ 3. De deeltjes moeten glad en hard zijn . . . . .	686
§ 4. Er mag geen slip tusschen de deeltjes en de vloeistof optreden . . . . .	686
§ 5. Een constante bezinkingssnelheid moet bereikt zijn, d.w.z. dat de Wet van STOKES eerst na een zekeren tijd na het begin van de bezinking geldig is . . . . .	687
§ 6. De deeltjes moeten bezinken in een vloeistof van een onbegrensde uitgebreidheid . . . . .	687
§ 7. Bij het begin van de bezinking moet de vloeistof in rust zijn. In de betreffende vloeistof mag slechts 1 deeltje bezinken, d.w.z. de afstand tusschen de deeltjes moet oneindig groot zijn . . . . .	700
§ 8. De viscositeit van de vloeistof mag door de suspenderende deeltjes slechts in een te verwaarloozen mate veranderen . . . . .	704
§ 9. De invloed van de diffusie (Brownsche beweging) en van de elektrische lading van de deeltjes moet te verwaarloozen klein zijn . . . . .	705
a. De diffusie . . . . .	705
b. De invloed van de elektrische lading van de deeltjes . . . . .	711
§ 10. De bezinkingssnelheid mag niet te groot zijn, d.w.z. dat deeltjes van een bepaalde dichtheid, die in een bepaalde vloeistof en bij een bepaalde temperatuur daarvan bezinken, een zekere doorsnede niet mogen overschrijden . . . . .	714
§ 11. De deeltjes moeten bolvormig zijn (vervolg § 2) . . . . .	722
§ 12. Eenige opmerkingen over het soortelijk gewicht van de gronden in verband met de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden . . . . .	739
§ 13. Samenvatting . . . . .	740
<b>HOOFDSTUK III</b>	
Bespreking van de droge zeefmethode en de in verband daarmee verrichte onderzoekingen; beschrijving en bespreking van de verrichte	

	Blz.
onderzoekingen en de daarmede verkregen resultaten met betrekking tot de gecombineerde zeef-pipetmethode. . . . .	741
A. De droge zeefmethode en de in verband daarmede verrichte onderzoekingen . . . . .	741
§ 1. Enkele algemeene opmerkingen over de droge zeefmethode	741
§ 2. Bespreking van de factoren, waarvan de resultaten van het zeven afhankelijk zijn . . . . .	744
a. De zeefmethode als zoodanig . . . . .	744
b. De doorsnede van de zeef en de hoeveelheid te zeven materiaal; voor welk gedeelte van de korrels zal de zeefmethode conventioneele waarden kunnen geven .	753
c. De invloed van den zeefduur . . . . .	764
d. De aard van de zeef (draadzeef of plaatzeef) . . . .	765
§ 3. De reproduceerbaarheid van de zeefmethode . . . . .	773
§ 4. Samenvatting . . . . .	779
B. Beschrijving van de verrichte onderzoekingen en van de daarmede verkregen resultaten met betrekking tot de gecombineerde zeef-pipetmethode. . . . .	784
I. Enkele inleidende opmerkingen . . . . .	784
II. Gronden met minder dan 20 % humus . . . . .	785
§ 1. Beschrijving van de gebruikte apparatuur; de te bepalen fracties; de toegepaste bezinkingstijden .	785
a. De gebruikte apparatuur . . . . .	785
b. De te bepalen fracties . . . . .	788
c. De bezinkingstijden . . . . .	789
§ 2. Beschrijving van de voorbereiking van de gronden en van den gang van de analyse tot en met het natzeven . . . . .	791
a. De voorbereiking van den grond . . . . .	791
b. Het uitwasschen van den grond . . . . .	791
c. Het natzeven . . . . .	792
§ 3. Het bij de voorbereiking in oplossing gegane materiaal; de bepaling en de samenstelling daarvan en de afhankelijkheid van de concentratie van het gebruikte HCl; de al of niet wenschelijkheid om bij ijzeroxydehoudende gronden een hoogere HCl-concentratie bij de voorbereiking te gebruiken. .	795
a. De bepaling van het bij de voorbereiking in oplossing gegane materiaal . . . . .	795

	Blz.
b. Bepaling van de samenstelling van het in oplossing gegane materiaal; contrôle van de aangebrachte correcties bij de bepaling van de gloeirest . . . . .	796
c. Invloed van de concentratie van het bij de voorbereking gebruikte HCl. Is het gewenscht bij de ijzeroxydehoudende gronden een hoogere HCl-concentratie te gebruiken bij de voorbereking? . . . . .	797
§ 4. Het maakt voor de bepaling van de gehalten van de (fijnere) fracties geen verschil, of al dan niet natgezeefd wordt . . . . .	805
§ 5. De bepaling van de maaswijdte van de zeven gebruikt bij het natzeven; slijtage en contrôle van deze zeven . . . . .	807
§ 6. Bepaling van de oorspronkelijke concentratie van de suspensie, die na het natzeven ontstaat . . . . .	821
§ 7. Bepaling van de grootste korreldoorsneden (water als suspensiemiddel), waarvan de pipetmethode te gebruiken is . . . . .	828
§ 8. De peptisatie . . . . .	830
a. Enkele opmerkingen . . . . .	830
b. De invloed van de hoeveelheid water, waarmee de voorbereikte grond wordt uitgewasschen, evenals van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan . . . . .	830
1. De invloed van de hoeveelheid water, waarmee de voorbereikte grond wordt uitgewasschen . . . . .	830
2. De invloed van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan; de invloed van de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de vloeistof gepipeteerd wordt . . . . .	835
α. De invloed van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan . . . . .	835
β. De invloed van de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de 20 cc suspensie gepipeteerd wordt . . . . .	839
c. De bevordering van de peptisatie door koken of schudden van de suspensie; de invloed van den schud- en kookduur . . . . .	840
d. De invloed van verschillende peptisatoren in verschillende concentraties op de peptisatie. . . . .	853



	Blz.
§ 9. Bespreking van enkele foutenbronnen (o. a. de sorptie van water); de verhooging van de nauwkeurigheid van de bepaling. . . . .	880
<i>a.</i> De sorptie van water . . . . .	880
<i>b.</i> Enkele proefnemingen ter globale bepaling van de fout, gemaakt tengevolge van de resterende heterogeniteit van het grondmonster . . . . .	883
<i>c.</i> Bepaling van de fout tijdens het indampen, drogen, afkoelen in den exsiccator en het wegen ontstaan . . . . .	884
<i>d.</i> Verkleining van de afwijkingen van duplobepalingen . . . . .	888
§ 10. De som van de gehalten van alle fracties, vermeerderd met het gehalte aan humus en koolzure kalk en met de gloeirest, moet na aanbrenging van de noodige correcties 100 % zijn; de na de voorberekking resterende humusgehalten . . . . .	892
§ 11. Resultaten van het serieonderzoek . . . . .	901
§ 12. Vergelijkend onderzoek tusschen de nieuwe zeefpipetmethode en de methode volgens Atterberg; de middelbare fouten van één bepaling van deze methoden . . . . .	939
III. Gronden met meer dan 20 % humus . . . . .	945
§ 1. Inleiding . . . . .	945
§ 2. Wordt door gloeien van de zandfractie het (droge) zeefresultaat beïnvloed . . . . .	945
§ 3. Bepaling van de correctie voor het, tijdens het gloeien verloren gegane, vastgebonden water . . . . .	946
§ 4. Bespreking van de analyseresultaten verkregen voor en na het aanbrengen van de correctie voor het vastgebonden water . . . . .	953
IV. Beschrijving van de uiteindelijk vastgestelde analyse-methode . . . . .	969
<i>a.</i> Gronden met hoogstens 20 % humus. . . . .	969
<i>b.</i> Gronden met meer dan 20 % humus. . . . .	973
V. Beschrijving van de, bij dit onderzoek gebruikte, grondmonsters. . . . .	974
VI. Samenvatting . . . . .	974
 HOOFDSTUK IV	
Algeheele samenvatting . . . . .	993

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT  
TE GRONINGEN

BIJDRAGEN TOT DE KENNIS VAN EENIGE NATUUR-  
KUNDIGE GROOTHEDEN VAN DEN GROND

No. 9. EEN GECOMBINEERDE ZEEF- EN PIPETMETHODE VOOR  
DE BEPALING VAN DE GRANULAIRE SAMENSTELLING VAN  
GRONDEN \*).

DOOR

Dr. S. B. HOOGHOUDT

(Ingezonden 18 Augustus 1944)

HOOFDSTUK I

Inleiding

Op het Rijkslandbouwproefstation, op het Bodemkundig Instituut en op het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek zijn tot heden voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden wel in hoofdzaak de methode volgens ATTERBERG of volgens КОРЕЦКЫ, al of niet gecombineerd met een zeefmethode voor de bepaling van het gehalte aan grovere fracties, in gebruik geweest. Wel is waar is somtijds ook de pipetmethode toegepast; doch dit geschiedde meer sporadisch voor speciale doeleinden dan wel (Bedrijfslaboratorium) op verzoek van de inzenders van grondmonsters.

Nu is het niet te ontkennen, dat zoowel de methode volgens ATTERBERG als volgens КОРЕЦКЫ zeer geschikt is voor massaonderzoek. Beide methoden zijn echter slechts voor gronddeeltjes binnen nauwe grenzen te gebruiken, zoodat beide methoden voor de bepaling van de grovere fracties gecombineerd moeten worden met een zeefmethode<sup>1), 2), 3), 4)</sup>, terwijl fijnere als de hieronder aangegeven fracties niet, of althans practisch gesproken niet, bepaald kunnen

\*) De analyses werden uitgevoerd door den analist eerste klasse A. DEKKER. De bekwaamheid en de zorgvuldigheid, waarmede deze werden uitgevoerd, hebben ongetwijfeld ten zeerste bijgedragen tot het welslagen van dit onderzoek. Hiervoor betuig ik gaarne mijn dank.

<sup>1)</sup> Zie: D. J. HISSINK: De methode van het mechanisch bodemonderzoek, Archief voor de suikerindustrie in Nederland, Wageningen, 13 April 1916. Die Methode der mechanischen Bodenanalyse, Int. Mitt. f. Bodenk. XI, 1-11, 1921; Die methode der mechanischen Bodenanalyse, Mitt. d. Int. Bodenk. Gesell., Neue Folge I, 149-169, 1925; De methode van het mechanisch grondonderzoek, Versl. Landb. Onderz. XXXI, 260-321, 1926; Physical constants, Contribution to a possible program of the First Int. Commission, Sonderabdruck Soil Research, Vol. III, 71-76, 1932; Mechanical Analysis, especially with a view to an agreed international classification and nomenclature, Trans. 1e Comm. Int. Bodenk. Ver., Vol. A, 1938.

<sup>2)</sup> J. G. MASCHHAUPT: De practische beteekenis van het mechanisch grondonderzoek Landb. T., 38, 57, 1926.

worden. De methode-ATTERBERG is goed bruikbaar tusschen ongeveer de grenzen 2 en 30  $\mu$  en de methode-KOPECKY tusschen rond 16 en 100  $\mu$ . Bij de methode-ATTERBERG zijn fijnere fracties dan de fractie kleiner dan 2  $\mu$  daarom slecht te bepalen, doordat de benoedigde tijd voor de uitvoering van de analyses te groot wordt, terwijl bij de methode-KOPECKY de stroomsnelheid van het water voor de bepaling van een fijnere fractie dan de fractie  $< 16 \mu$  zoo gering wordt, dat de daarvoor benoedigde doorsnede der apparaten om de benoedigde stroomsnelheid te kunnen verwezenlijken te groot en daardoor te onhandig in het gebruik zou worden.

Een nog grooter bezwaar van beide, bovengenoemde methoden vormt echter de noodzakelijkheid om het gehalte van de fijnste, bepaalde fractie te berekenen als het verschil van 100 en de som van de percentages van de grovere fracties, van het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte en van het humusgehalte, waarbij dan zoowel de, door de voorbereiding in oplossing gegane, bestanddeelen als het na de voorbereiding in den grond achtergebleven humusgehalte verwaarloosd worden. Het is daarom dan ook in verloop van tijd steeds dringender geworden om een methode te ontwikkelen, die deze bezwaren niet heeft en bovendien voor langen tijd gebruikt zal kunnen worden, zonder dat verbeteringen behoeven te worden aangebracht.

Bij de uitwerking van deze methode was het van minder belang direct een snelle dan wel een zoo betrouwbaar mogelijke methode te ontwikkelen, waaraan tevens de eisch werd gesteld, dat alle fracties werkelijk bepaald moeten worden, zoodat dus niet één fractie door aftrekking van 100 van de som van de percentages van de andere fracties en van het koolzure kalk- en humusgehalte verkregen moet worden. Anderzijds moet met behulp van deze methode ook weer niet een te klein aantal bepalingen — zoo mogelijk natuurlijk een zoo groot mogelijk aantal bepalingen — verricht kunnen worden.

De methoden volgens ATTERBERG en volgens KOPECKY vielen daardoor dus direct af, aangezien het niet wel mogelijk is dan bij wijze van uitzondering de afgehevelde vloeistof resp. de doorgestroomde vloeistof op te vangen, de zwevende bestanddeelen neer te slaan, af te filtreeren en te wegen, waarbij dan de, bij de voorbereiding in oplossing gegane, bestanddeelen nog niet bepaald zouden worden.

Vatten we nu, alvorens andere methoden te bespreken, nog eens samen aan welke eischen de hier verlangde methode zoo mogelijk moet voldoen, dan zijn deze wel de volgende:

1. De methode moet voldoende juiste resultaten geven.
2. Alle fracties en ook de, bij de voorbereiding in oplossing gegane, bestanddeelen moeten rechtstreeks bepaald worden.

<sup>3)</sup> O. DE VRIES: De granulaire samenstelling van Nederlandsche grondsoorten Versl. Landb. Onderz. 48 (II), A, 644 e.v., 1942.

<sup>4)</sup> S. B. HOOGHOUT: Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond No. 2, Versl. Landb. Onderz. No. 40 B, 260, 1934. Hierin werden eenige moeilijkheden, bij de (droge) zeefmethode optredend, behandeld, evenals de reproduceerbaarheid van de methode. Hierbij moge wellicht tevens nog worden opgemerkt, dat droog zeven bij gronden alleen dan goede resultaten oplevert, indien de slibfractie (kleiner dan 16  $\mu$ ) is verwijderd.

3. De methode moet zoo mogelijk geschikt zijn om het geheele gebied van korrelgrootten te omspannen, dat voor de granulaire samenstelling van gronden van belang is dan wel in de toekomst van belang zou kunnen zijn. Het aantal te bepalen fracties moet verder voldoende groot zijn om met behulp daarvan met voldoende benadering een sommatie- of verdeelingskromme te kunnen construeeren, resp. met behulp daarvan het soortelijk oppervlak <sup>5)</sup> te kunnen berekenen.
4. De apparatuur, waarmede de bepaling moet worden uitgevoerd, moet zoo eenvoudig mogelijk zijn, verder weinig breekbaar zijn, of althans moet het betreffende onderdeel gemakkelijk te vervangen zijn. Ook mag de apparatuur niet kostbaar zijn, afgezien dan van onderdeelen, waarvan de levensduur bij een goede behandeling als praktisch onbegrensd mag worden beschouwd.
5. De methode moet zoo mogelijk geschikt zijn voor massa-onderzoek, d.w.z. dat een niet te klein aantal analyses in een bepaalde tijdsruimte daarmede moet kunnen worden verricht.

Nu is het volstrekt niet mijn bedoeling alle tot nu toe gevolgde methoden voor de bepaling van de granulaire samenstelling aan de bovengenoemde eischen te toetsen. Voor een beschrijving van de moeilijkheden, die bij de toepassing van de hier niet nader te bespreken methoden optreden, kan naar de bekende handboeken van GESSNER <sup>6)</sup>, VON HAHN <sup>7)</sup>, KEEN <sup>8)</sup> en KRUMBELN en PETTJOHN <sup>9)</sup> verwezen worden.

De eisch, dat de methode zoo mogelijk het geheele gebied van korrelfracties omspannen moet, die voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden van belang zijn, resp. in de toekomst van belang kunnen zijn, sluit overigens al zeer veel methoden uit. Uit het feit immers enerzijds, dat men onder gronden, voor zooverre deze althans voor de analyses gebruikt worden, de korrelmassa verstaat, die overblijft, nadat een grondmonster een zeef met ronde openingen van een doorsnede van 2mm heeft gepasseerd en uit het feit anderzijds, dat uit de onderzoekingen van Berg <sup>10)</sup> wel kan worden afgeleid, dat het gehalte aan minerale deelen met een doorsnede kleiner dan 20 (mogelijk 30)  $m\mu$  in elk geval reeds zoo gering is (ver beneden 10 %), dat de kleinste, ooit te bepalen, fractie bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden de fractie  $< 20 m\mu$  zal zijn, volgt, dat de betreffende analyse geschikt moet zijn voor korrelgrootten vanaf minimaal 20  $m\mu$  tot maximaal 2000  $\mu$ . Hieruit volgt echter tevens, dat er geen methode bestaat, of althans praktisch bestaat <sup>11)</sup>, die voor het geheele gebied kan worden toegepast.

<sup>5)</sup> S. B. HOOGHOUDT 1. c. noot 4. Zie van denzelfden schrijver: Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, Nos. 3 en 5, Versl. Landb. Onderz. 41 B, 589, 1935 resp. 43 (I) B, 1, 1937. Zie verder de Normaalbladen N 209, N 210 en N 213.

<sup>6)</sup> H. GESSNER, Die Schlammanalyse, Leipzig 1931.

<sup>7)</sup> F. G. VON HAHN, Dispersoid Analyse, Hamburg, 1928.

<sup>8)</sup> B. A. KEEN, The physical properties of Soil, London, New York, Toronto, 1931.

<sup>9)</sup> W. C. KRUMBELN en F. J. PETTJOHN, Manual of sedimentary petrography, New York, London, 1938.

<sup>10)</sup> S. BERG: Untersuchungen über Korngrößenverteilung, Kolloid Beihefte 53 149-376, 1941.

Uit het bovenstaande volgt verder, dat voor de bepaling van de grovere fracties (vanaf een zekere deeltjesgrootte) in elk geval de zeefmethode moet worden toegepast. In het Bodemkundig Instituut bestaat reeds een jarenlange ervaring van de (droge) zeefmethode met behulp van een Rotap zeefmachine, waarbij de slibfractie eerst volgens de methode-ATTERBERG was verwijderd. Deze gronden waren steeds met HCl en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> voorbereid. Hierbij is gebleken, dat de doorsnede van de zeefopening van de fijnste zeef in elk geval ongeveer 40  $\mu$  kan zijn. Zie verder sub A van hoofdstuk III. Hier kan nog worden opgemerkt, dat de reproduceerbaarheid van de zeefmethode bij het gebruik van dezelfde zeven zeer goed is. Bij vervanging van versleten zeven of bij het gebruik van verschillende zeven moeten de zeven echter worden geijkt. Dit kan op analoge wijze geschieden als ook geschied is voor de zeef, waarmede de eerste scheiding in een fijner en grover deel bij de, in deze publicatie verder te beschrijven, analysemethode is verkregen, waarvoor naar hoofdstuk III wordt verwezen. Hier zal worden opgemerkt, dat voor de bereiding van de fracties, waarmede deze zeven geijkt moeten worden, een vloeistof met een zoo hoge viscositeit en dichtheid gebruikt moet worden, dat de wet van STOKES geldig blijft. Overigens is de zeefmethode een veel minder conventionele methode als dit vaak in de literatuur wordt voorgesteld; zie sub A van hoofdstuk III. Hierin zal tevens worden aangegeven, dat naast een ijking van de zeven ook een ijking van de zeefmachine moet plaats vinden.

De zeefmethode zal dus gecombineerd moeten worden met een andere methode, waarvan nu althans geëischt kan worden, dat deze in het geheele resteerende gebied — dus vanaf 20 m $\mu$  tot de grens, waarop op de zeefmethode wordt overgegaan — kan worden toegepast. Welke methode dit overigens moge zijn, zij zal in elk geval moeten berusten op het verschil in de bezinkingsnelheid van de gronddeeltjes in afhankelijkheid van de grootte van de deeltjes, terwijl bovendien in het droog te zeven materiaal geen slibfractie (verkitting) meer mag voorkomen.

Er zijn nu 2 methoden, die voor de bepaling van het gehalte van zeer fijne grondfracties (tot ongeveer 40 m $\mu$  toe) met goed succes zijn gebruikt<sup>12)</sup>,

<sup>11)</sup> Zooals in het volgende hoofdstuk zal blijken, bestaat theoretisch de mogelijkheid de dichtheid en de viscositeit van de vloeistof zoo te kiezen, dat de wet van STOKES geldig blijft tot mogelijk 2000  $\mu$  toe. In elk geval kan de empirische formule van WADELL voor de bezinkingssnelheid van de grofste te bepalen fractie toegepast worden. Hiervoor zal echter desondanks een eerste scheiding tusschen fijn en grof, zooals dit ook bij de, in hoofdstuk III verder te bespreken, methode het geval is, moeten worden uitgevoerd. Dit grovere deel zal vervolgens in de vloeistof met de betreffende dichtheid en viscositeit gesuspendeerd moeten worden, waardoor, afgezien van de verdere moeilijkheden, aan deze methode verbonden, voor dit grovere deel beter de droge zeefmethode is toe te passen. Zoo is het bijv. niet wel mogelijk of althans zeer moeilijk in vloeistoffen van grotere viscositeit fijnere deeltjes volkomen te suspendeeren. Verder zal de bezinkingstijd van de fijnere fracties in de bovengenoemde vloeistof weer te groot worden, enz. Hieruit volgt dan ook, dat één methode in het geheele gebied practisch niet is toe te passen; het grovere deel zal door (droog) zeven moeten worden geanalyseerd.

<sup>12)</sup> S. BERG l. c. noot 10. Zie ook S. B. HOOGHOUT, l. c. noot 5; Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond No. 3 en verder E. HEIKEL VINTNER en M. L. LASSON: Ueber Korngrößenmessungen von Kaolin und Tonarten, Ber. Deutsch. Keram. Gesell. 14, 269, 1933. Deze laatste onderzoekers gebruikten ook de pipetmethode.

n.l. de pipetmethode en de dompellichaammethode, welke methoden overigens afgezien van het feit, dat deze met een zeefmethode gecombineerd moeten worden, aan de meeste van de reeds genoemde eischen voldoen. De areometermethode is voor dergelijke fijne fracties niet meer bruikbaar, zoodat voor de bepaling van de fijnste fracties bij gebruik van deze methode toch nog weer op een derde methode zou moeten worden teruggegrepen. Bovendien is de dompellichaammethode als een verbeterde areometermethode op te vatten; de correcties, zooals deze bij de toepassing van de areometermethode noodig zijn, vervallen namelijk<sup>13)</sup>.

Het voordeel van de dompellichaammethode is de eenvoudige apparatuur; zelfs een balans is hiervoor — althans voor het wegen van de fracties — niet noodig. Wel zou echter bij de toepassing van deze methode (zie hieronder) de uitwassching van de korrelmassa na de voorbereiding op een Büchner-trechter evenals de eerste scheiding met behulp van een zeef moeten plaatsvinden, aangezien de grofste fracties in elk geval bepaald moeten worden door de droge zeefmethode. Verder worden bij toepassing van de dompellichaammethode geen fouten gemaakt tengevolge van de hygroscopiciteit van vooral de fijnste fracties, zooals dit wel het geval is, indien de pipetmethode wordt toegepast en deze fracties dus moeten worden bepaald door indampen en wegen van de achtergebleven massa (Deze fout is echter, zooals in hoofdstuk III zal blijken, van weinig beteekenis).

Een groot nadeel van de dompellichaammethode is het feit, dat de benoemde dompellichamen niet in den handel zijn en zelf moeten worden gemaakt, waarbij de dichtheid, waarvoor zij gelden, tot in vijf decimalen nauwkeurig moet worden aangegeven. Hierdoor zijn zij niet eenvoudig te maken, terwijl ook hun breekbaarheid tevens een groot bezwaar vormt, te meer, aangezien zeker een tiental en mogelijk zelfs een twintigtal dompellichamen, geldende voor zoo regelmatig opklimmende dichtheden, ter beschikking moeten zijn. Een verder bezwaar vormt het feit, dat de punten van de sommatiëkromme en daarmede ook de grenzen van de fracties, die bij iedere analyse bepaald worden, steeds verschillen, tenzij men eerst de sommatiëkromme teekent, hetgeen echter weer extra tijd vordert en aanleiding geeft tot fouten, waardoor vergelijkende analyses bemoeilijkt worden (bijv. over de mate van peptisatie, enz.). Tenslotte is deze methode niet geschikt voor massa-onderzoek. Afgezien daarvan bewees BERG<sup>14)</sup> echter, dat deze methode zeer goede resultaten kan geven, terwijl deze methode vanaf de fijnste te bepalen fractie tot aan de grens, waarop op de droge zeefmethode wordt overgegaan, kan worden toegepast, indien deze grens althans niet bij te hooge korreldoorsneden ligt. Tenslotte kan met dompellichamen niet de concentratie bepaald worden van de suspensie, die na het natzeven ontstaat, hetgeen met de pipetmethode wel het geval is. Bij de toepassing van de dompellichaammethode zou dan ook één fractie nog bepaald moeten worden door de som van de andere fracties, van het  $\text{CaCO}_3$ - en humusgehalte en van het gehalte van de, bij de voorbereiding in oplossing gegane, gronddeeltjes van 100 af te trekken. Aangezien dit niet het geval mag zijn, zou de oorspronkelijke concentratie van deze suspensie met de

<sup>13)</sup> A. CASAGRANDA: Die Aräometermethode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und andere Materialien. Zie ook noot 10.

<sup>14)</sup> I. c. noot 10.

pipetmethode bepaald moeten worden, hetgeen aan deze methode weer een voordeel boven de dompellichaammethode verleent<sup>15)</sup>.

De pipetmethode kan eveneens voor het geheele gebied vanaf de fijnste fracties tot aan de grens, waarbij op de droge zeefmethode wordt overgegaan, worden toegepast. Bovendien kunnen bij iedere bepaling steeds dezelfde fracties bepaald worden, hetgeen een groot voordeel beteekent, aangezien een onderlinge vergelijking van verschillende bepalingen, zooals reeds is opgemerkt, daardoor vergemakkelijkt wordt. De benodigde apparatuur voor deze methode is verder eenvoudig, weinig breekbaar en overigens ook gemakkelijk te vervangen. Voor de bepaling van de fijnste fracties zal echter practisch gesproken — tenzij slechts enkele analyses worden verricht — gebruik moeten worden gemaakt van een centrifuge, hetgeen overigens ook geldt voor de dompellichaammethode. Bovendien zijn hiervoor een microbalans en microschaaltjes noodig, aangezien een micropipet gebruikt moet worden in verband met de relatief kleine vaten, die in de centrifuge kunnen worden geplaatst en in verband met de geringe diepten onder den vloeistofspiegel, waaruit gepipeteerd wordt.

Een bezwaar, die wel tegen de pipetmethode wordt ingebracht, is het feit — en dit geldt natuurlijk tevens voor alle methoden, waarbij in de suspensie het gehalte van de fracties wordt bepaald —, dat de peptisatie moeilijker is of althans lijkt (zie echter hoofdstuk III) dan bij de methode ATTERBERG of KOPECKY, waar de electrolyten door de herhaalde verversching van het suspensiemiddel worden verwijderd, hetgeen dus bij de pipetmethode niet kan geschieden.

Nu bestaat de beste methode voor het in suspensie brengen van gronden<sup>16)</sup>, afgezien van de voorbereiding, hierin, dat de electrolyten worden verwijderd, hetgeen bij de methode volgens KOPECKY en ATTERBERG door de herhaalde verversching van het suspensiemiddel geschiedt. De meest eenvoudige en tevens een zeer doeltreffende methode daarvoor is de, na de voorbereiding verkregen, korrelmassa op een Büchnertrechter grondig met heet water uit te wasschen. Zooals we zullen zien is zelfs, indien van 20 gram grond wordt uitgegaan, 0,8 liter doorgelopen vloeistof voldoende. In deze heldere doorgelopen vloeistof kan dan tevens het, bij de voorbereiding in oplossing gegane, materiaal worden bepaald.

Als een bezwaar tegen de pipetmethode wordt verder wel aangevoerd<sup>17)</sup>, dat na het homogeniseeren de vloeistof nog lang in beweging blijft, hetgeen bij te korte bezinkingstijden een zoo groot bezwaar kan opleveren, dat de bepaling onmogelijk wordt. Ook dit punt is dan ook nader in studie genomen (zie hoofdstuk III). Dit bezwaar geldt overigens voor alle methoden, waarbij de suspensie door schudden gehomogeniseerd moet worden.

Als een verder voordeel van de pipetmethode is nog aan te voeren, dat,

<sup>15)</sup> De fractie, die bij het gebruik van dompellichamen niet rechtstreeks bepaald kan worden, heeft als grenzen de korreldoorsnede, waarbij de eerste bepaling van de concentratie van de suspensie met behulp van dompellichamen plaats vindt (bijv. fractie  $< 25\mu$ ) en de korreldoorsnede, waarbij natgezeefd wordt (bijv.  $35\mu$ ), of in dit geval dus de fractie van  $25-35\mu$ .

<sup>16)</sup> Zie onder andere: I. c. noot 6, blz. 164-165.

<sup>17)</sup> B. A. KEEN, I. c. noot 8, blz. 43 en 44.

zoals KÖHN<sup>18)</sup> heeft aangetoond, de stroombanen straalsgewijze naar de pipet toelopen, indien de vloeistof althans niet te langzaam wordt aangezogen<sup>19)</sup>. Bij onze bepalingen — en dit moge reeds hier worden opgemerkt — werd ruim 20 cc binnen 10 seconden opgezogen. KÖHN bewees verder, dat de fout, die zou ontstaan, doordat de pipet een bolvormig volume suspensie aanzuigt, waarvan de punt van de pipet het middelpunt vormt, en niet een horizontaal gelegen laag, mits de diepte onder den vloeistofspiegel, resp. boven den bodem van het vat, waaruit de suspensie wordt onttrokken, niet te klein is, te verwaarloozen is; een en ander is overigens afhankelijk van het volume van de pipet.

Verder is deze pipetmethode, zooals reeds is opgemerkt, bruikbaar tot de fijnste fracties (20  $m\mu$ ). toe, zij het dan ook, dat bij de bepaling van deze fijnste fracties van een microbalans en micropipet (bijv. 1 cc) moet worden gebruik gemaakt. Ook moet, zoowel indien van een centrifuge gebruik gemaakt wordt, als wanneer de bezinkingstijden (in het veld van de zwaartekracht) te lang worden, van een thermostaat gebruik worden gemaakt. Dit is eenzijdig noodig, aangezien de temperatuur een sterken invloed op de viscositeit van het suspensiemiddel (water) uitoefent en anderzijds om warmtestroomingen te voorkomen<sup>20)</sup>. Juist voor de bepaling van fijnere fracties (in het veld van de zwaartekracht) en dientengevolge langere bezinkingstijden, of bij het gebruik van een centrifuge de noodzakelijkheid om betrekkelijk kleine vaten te gebruiken, kan de micropipetmethode met voordeel worden toegepast (met het onderzoek naar de mogelijkheid daarvan werd reeds een begin gemaakt), afgezien van het voordeel, dat in kleinere vaten de temperatuur op een veel eenvoudiger wijze constant is te houden dan in grotere vaten. Bij het gebruik van een micropipet (bijv. van 1 cc) kan immers op een veel geringeren afstand (zeker tot rond 1 cm toe) onder den vloeistofspiegel de suspensie onttrokken worden, waardoor veel kleinere bezinkingstijden noodig zijn dan indien met een gewone pipet (20 cc) de vloeistof op een verhoudingsgewijze veel grotere diepte zou moeten worden weggezogen. Overigens is, zooals reeds is opgemerkt, bij de toepassing van een centrifuge het gebruik van een micropipet noodzakelijk, gezien de geringe lengte, die de vaten en dus ook de suspensiekolom kan hebben.

Aangezien tenslotte de pipetmethode ook geschikt is voor massaonderzoek, terwijl bovendien uit de ervaring van tal van onderzoekers gebleken is, dat de pipetmethode voldoende nauwkeurige waarden geeft, verdient de pipetmethode de meeste aanbeveling, welke methode hier dan ook is toegepast.

Wat de grens betreft, waarbij dus de pipetmethode over moet gaan in de (droge) zeefmethode, moet met 4 factoren rekening worden gehouden. In de eerste plaats is — aangezien voor gronden, waartoe we ons hier zullen bepalen, zeer verdunde oplossingen van daarvoor geschikte peptisatoren in water

<sup>18)</sup> M. KÖHN, Landw. Jahrb. 67, 485, 1928.

<sup>19)</sup> Zie E. HEIKEL VINTHER en M. L. LASSON, l. c. noot 13. Deze onderzoekers ontnamen 10 cc aan de suspensie in 4 en soms zelfs in 38 minuten. Zij bewezen verder, dat, indien deze aanzuiging maar langzaam genoeg plaats vindt, inderdaad een vrijwel horizontaal laagje wordt afgezogen.

<sup>20)</sup> Zie S. BERG, l. c. noot 10, blz. 332. Indien warmtestroomingen kunnen optreden, ontstaan de bekende lagen in de suspensiekolom.



de suspensiemiddelen zijn — de Wet van STOKES, die de bezinkingssnelheid van deeltjes in afhankelijkheid van hun grootte en hun dichtheid, en van de dichtheid en de viscositeit van de waterige oplossingen bepaalt, bij kamertemperatuur geldig tot omstreeks 60 à 70  $\mu$ . Wil men onder de grens, waaronder de granulaire samenstelling bepaald moet worden, met behulp van een methode (pipetmethode), berustende op het verschil in bezinkingssnelheid, voor de berekening van den benodigden bezinkingstijd dan ook steeds de Wet van STOKES toepassen<sup>21)</sup>, dan moet deze grens niet hooger liggen dan bij gronddeeltjes met een doorsnede van omstreeks 70  $\mu$ . Aangezien echter in de tweede plaats reeds gebleken is, dat de droge zeefmethode zeker reeds vanaf een veel geringere doorsnede kan geschieden — zie hiervoor —, kan deze grens dus zeker bij 35  $\mu$  worden getrokken. Verlegging van de grens naar fijnere deeltjes heeft verder dit voordeel, dat (in de derde plaats) de bezinkingstijd langer is, hetgeen van voordeel is in verband met het feit, dat na het homogeniseeren de vloeistof niet direct in rust is, terwijl (in de vierde plaats) bovendien de mogelijkheid om door omschudden van de suspensie werkelijk een homogene suspensie te verkrijgen, vergroot wordt naarmate de grootste deeltjes in de suspensie kleinere afmetingen hebben. Mede in verband met de grenzen, die voor de andere fracties zijn gekozen, ligt deze grens dus bij omstreeks 30 en 50  $\mu$ . Ook dit punt is nader onderzocht geworden (zie hoofdstuk III).

Wat de voorbereiding betreft, werd er aan vastgehouden, dat de maximale peptisatie moet worden bereikt. De voorbereiding geschiedde dan ook volgens de z.g. Internationale methode A, d.w.z. met  $H_2O_2$  en verdund HCl, waarbij dus de carbonaten en de humus (zooals we zullen zien niet geheel), werden verwijderd<sup>22)</sup>.

Bij de eerste scheiding — dus door middel van een zeef met openingen van 30 tot 50  $\mu$  — moet uit den aard der zaak nat gezeefd worden, aangezien na de voorbereiding de suspensie niet eerst kan worden ingedampt en anderzijds droog zeven alleen dan goede resultaten geeft, indien het slib (fractie < 16  $\mu$ ) is verwijderd.

In deze publicatie zal het onderzoek zich alleen uitstrekken tot en met de bepaling van de fractie < 2  $\mu$ . De bepaling van de fijnere fracties zal tot

<sup>21)</sup> Er zijn, zooals in hoofdstuk II zal blijken, tal van formules ontwikkeld, die echter dit alle gemeen hebben, dat beneden een zekere deeltjesgrootte — feitelijk beneden een zeker Reynoldsgetal (zie Hoofdstuk II) — alle formules althans practisch in de Wet van STOKES overgaan, waardoor onder die grens slechts één formule — nl. die van STOKES — overblijft. Ook voor niet-bolvormige (grond)deeltjes moet toch de formule van STOKES worden gehandhaafd, waarvoor naar Hoofdstuk II wordt verwezen.

<sup>22)</sup> Weliswaar bestaat wellicht voor tal van koolzurekalkhoudende gronden de mogelijkheid, dat, na verwijdering van de humus alleen, reeds een volledige peptisatie kan worden bereikt; het lijkt echter niet waarschijnlijk, dat dit voor alle gronden het geval zal zijn, waarom dan ook steeds de carbonaten bij de voorbereiding zijn verwijderd. Indien men overigens geen HCl zou wenschen te gebruiken, zal eerst moeten worden nagegaan, in hoeverre de peptisatie van het minerale bestanddeel (zonder  $CaCO_3$ ) verschilt, indien de  $CaCO_3$  al dan niet aanwezig is. Overigens kan nog worden opgemerkt, dat de  $CaCO_3$  ook daarom verwijderd wordt, dat men de samenstelling van den grond niet wil laten afhangen van een factor ( $CaCO_3$ ), die niet constant is, aangezien dit  $CaCO_3$ -gehalte immers in den loop van den tijd vermindert. Tenslotte wordt HCl ook toegevoegd om ijzeroxydehoudende gronden beter te peptiseeren.

een volgende publicatie worden uitgesteld, d.w.z., dat de micropipetmethode, die mogelijk reeds voor de fractie  $< 2 \mu$ , maar in elk geval voor de fijnere fracties op haar plaats is, hier niet nader zal worden besproken.

Bij de methode, zooals deze verder is uitgewerkt, is de algemeene gang van de analyse dan ook de volgende: Na de voorbereiding met  $H_2O_2$  en  $HCl$  wordt de suspensie op een Büchnertrechter, voorzien van een passend filter, gebracht en de korrelmassa op het filter met kokend water goed uitgewassen. De korrelmassa op het filter wordt daarna op de zeef gespoten en met behulp van kokend water en door wrijven met een zachtharige penseel nat gezeefd. De doorgelopen suspensie wordt nu voorzien van een peptisator, enz. en verder geanalyseerd met behulp van de pipetmethode, terwijl de op de zeef achtergebleven massa wordt gedroogd, gewogen en daarna met behulp van de Rotap zeefmachine wordt gezeefd.

Mede in verband met het feit, dat deze methode tenslotte uitgewerkt zal worden tot aan de bepaling van de fijnste fractie ( $< 20 m\mu$ ) toe en bij deze fijne fracties tal van problemen naar voren kunnen komen, die bij de bepaling van grovere fracties in geen geval van belang zijn (bijv. de invloed van de diffusie en van de elektrische lading van de deeltjes), leek het mij noodzakelijk de geldigheid van de Wet van STOKES nog eens aan een uitgebreid literatuuronderzoek te toetsen en wel om nog eens zoo nauwkeurig mogelijk de invloed van verschillende factoren — o.a. ook de invloed van den wand van het vat, waarin zich de suspensie bevindt, op de bezinkingssnelheid van de deeltjes en vooral ook den invloed van de eventueele niet-bolvormigheid van de gronddeeltjes op deze bezinkingssnelheid — na te gaan. De resultaten van dit literatuuronderzoek zullen in hoofdstuk II worden medegedeeld, terwijl in hoofdstuk III de resultaten van de onderzoekingen, die in verband met de nadere uitwerking van de bovengenoemde onderzoekingsmethode naar voren komen, zullen worden behandeld. In hoofdstuk IV zal tenslotte nog een samenvatting van de verkregen resultaten worden gegeven.

## HOOFDSTUK II

### De geldigheid van de wet van Stokes; bespreking van andere formules voor bolvormige en anders gevormde deeltjes

#### § 1. De Wet van STOKES en de voorwaarden, waaronder deze geldig is

Voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden of dergelijke stoffen met niet te verwaarloozen tot zeer hooge gehalten aan fijne deeltjes, zal men voor de bepaling van de gehalten aan deeltjes met doorsneden kleiner dan een bepaalde doorsnede reeds spoedig gebruik moeten maken van een methode, die berust op het feit, dat voor een zelfde materiaal en voor een zelfden korrelvorm de bezinkingssnelheid in dezelfde vloeistof des te kleiner is, naarmate deze deeltjes kleiner zijn.

Uit den aard der zaak kan dit verschil in bezinkingssnelheid slechts dan worden toegepast, indien het kwantitatieve verband tusschen deze bezinkingssnelheid, de deeltjesgrootte en de andere factoren bekend is. Het aantal formules, dat daarvoor in literatuur is aangegeven, is tamelijk groot. Het

lijkt mij gewenscht de belangrijkste daarvan te bespreken, evenals het nut daarvan voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden. Hierbij werd o. a. geput uit de bekende boeken van GESSNER <sup>23)</sup>, HAHN <sup>24)</sup>, KEEN <sup>25)</sup>, KRUMBEIN en PETTIJOHN <sup>26)</sup>.

Beschouwen we de formules voor bolvormige lichamen, dan is de bekendste en verreweg de meeste, zoo niet altijd, toegepaste formule, de z.g. Wet van STOKES <sup>27)</sup>. Deze wet zegt, dat de weerstand  $W$ , die een bolvormig lichaam in een vloeistof <sup>28)</sup> tijdens het bezinken ondervindt, gelijk is aan

$$W = 6 \pi r \eta v \dots \dots \dots 1$$

waarin  $r$  de straal van het bolvormig deeltje,  $\eta$  de viscositeit en  $v$  de bezinkingssnelheid, alle uitgedrukt in het c.g.s.-stelsel, voorstellen. Op het moment, waarop de oorspronkelijk versnelde beweging is overgegaan in een eenparige beweging, is deze weerstand gelijk aan de bewegende kracht of dus

$$W = 6 \pi r \eta v = \frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g \dots \dots \dots 2$$

waarin behalve de bekende factoren  $D_s$  de dichtheid van de bezinkende deeltjes,  $D_l$  de dichtheid van de vloeistof, waarin de deeltjes bezinken en  $g$  de versnelling van de zwaartekracht (981 cm/sec<sup>-2</sup>) aangeven.

Uit 2 volgt, dat

$$v = \frac{2r^2 (D_s - D_l) g}{9\eta} \dots \dots \dots 3$$

en

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2 (D_s - D_l) g}} \dots \dots \dots 4$$

Uit (4) is de straal van de (bolvormige) deeltjes te berekenen, indien de viscositeit, de bezinkingssnelheid, de dichtheid van de te onderzoeken vaste deeltjes en van de vloeistof, waarin de deeltjes bezinken, bekend zijn.

De voorwaarden, waaronder de Wet van STOKES geldig is, en voor zooverre deze van belang zijn of zouden kunnen zijn voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden, zijn de volgende:

1. De deeltjes moeten bolvormig zijn.
2. De deeltjes moeten glad en hard zijn.
3. Er mag geen slijp tusschen de deeltjes en de vloeistof optreden.
4. Een constante bezinkingssnelheid moet bereikt zijn, d.w.z. dat de Wet van STOKES eerst na een zekeren tijd na het begin van de bezinking geldig is.

<sup>23)</sup> H. GESSNER, l. c. noot 6.

<sup>24)</sup> F. G. VON HAHN, l. c. noot 7.

<sup>25)</sup> B. A. KEEN, l. c. noot 8.

<sup>26)</sup> W. C. KRUMBEIN and F. J. PETTIJOHN, l. c. noot 9.

<sup>27)</sup> G. G. STOKES, Trans. Cambridge Philos. Soc. 8, 287, 1845; 9, 8-106, 1851 en Math. and Physic. Papers 1, 75.

<sup>28)</sup> Dit geldt ook voor een gas; de bezinkingswetten van deeltjes in gassen zullen niet verder besproken worden, aangezien deze voor ons doel van geen belang zijn.

5. De deeltjes moeten bezinken in een vloeistof van onbegrensde uitgebreidheid.
  6. Bij het begin van de bezinking moet de vloeistof in rust zijn. In de betreffende vloeistof mag slechts één deeltje bezinken, d.w.z. de afstand tusschen de deeltjes moet oneindig groot zijn.
  7. De viscositeit van de vloeistof mag door de gesuspendeerde deeltjes slechts in een te verwaarloozen mate veranderen.
  8. De invloed van de diffusie (Brownsche beweging) en van de electriche lading van de deeltjes moet te verwaarloozen klein zijn.
  9. De bezinkingssnelheid mag niet te groot zijn, d.w.z. dat bij deeltjes van een bepaalde dichtheid, die in een bepaalde vloeistof en bij een bepaalde temperatuur daarvan bezinken, een zekere doorsnede niet mag worden overschreden.
- We zullen deze voorwaarden in volgorde bespreken.

### § 2. De deeltjes moeten bolvormig zijn

Indien de deeltjes niet bolvormig zijn, treden meer of minder groote afwijkingen van de Wet van STOKES op, die verder hieronder (§ 11) besproken zullen worden. Het zal duidelijk zijn, dat de afwijking van de Wet van STOKES des te grooter is, naarmate de vorm van de deeltjes meer van een bol afwijkt. Buitengewoon nuttig voor de beoordeeling van deze afwijking blijkt de door WADELL <sup>29)</sup> ingevoerde „degree of true sphericity  $\psi$ ” te zijn, welke wij hier den „graad van bolvormigheid” zullen noemen. Hieronder verstaat hij:

$$\psi = \frac{o}{O} \dots \dots \dots 5$$

waarin  $o$  het oppervlak van een bol met hetzelfde volume als het beschouwde deeltje en  $O$  het werkelijke oppervlak van het betreffende deeltje aangeeft.

Verder zullen we onder de „aequivalent straal”  $r_a$  <sup>30)</sup> verstaan den straal van een bol van dezelfde dichtheid en met dezelfde bezinkingssnelheid <sup>31)</sup> als het gegeven deeltje in dezelfde vloeistof (suspensiemiddel) en bij dezelfde temperatuur, berekend volgens een bepaalde formule. De aequivalent straal, berekend volgens de Wet van STOKES, wordt dus voorgesteld door  $r_{ast}$ , enz. Worden hieronder werkelijk bolvormige deeltjes beschouwd, dan wordt, voor zooverre misverstand mogelijk is, de straal daarvan de „werkelijke straal”  $r_w$  genoemd. Aangezien de Wet van STOKES onder overigens gegeven omstandigheden (zie § 10 en hieronder) slechts voor deeltjes tot een bepaalde deeltjesgrootte geldig is, zullen de stralen van bolvormige lichamen volgens de Wet van STOKES berekend met „ $r_{wst}$ ” worden aangeduid, enz. Tenslotte zullen we onder de „overeenkomstigen straal”  $r_o$  den straal verstaan van een bol met denzelfden inhoud als van het gegeven deeltje.

<sup>29)</sup> H. WADELL. Some practical sedimentation formulæ, Geologiska Föreningens I Stockholm Förhandlingar 58, 397—408, 1936.

<sup>30)</sup> SVEN ODEN, Internat. Mitt. f. Bodenkunde 5, 257, 1915, heeft deze benaming het eerst gebruikt.

<sup>31)</sup> Hiermee wordt natuurlijk de constante, eenparige eindbezinkingssnelheid bedoeld. Indien niet uitdrukkelijk anders is vermeld, wordt deze laatste bezinkingssnelheid steeds bedoeld.

Wordt van doorsneden in plaats van stralen gesproken, dan worden de daarmede overeenkomende doorsneden aangegeven door de letters:  $d_a$ ,  $d_{wet}$  en  $d_o$ , enz.

Voor in water gesuspendeerde gronddeeltjes, die zeer zeker geen zuivere bollen zijn, is door verschillende onderzoekers aangetoond, dat tot deeltjes met doorsneden tot zeker 60 à 70  $\mu$  toe de Wet van STOKES geldt. Hierop zal in § 10 worden teruggekomen.

### § 3. *De deeltjes moeten glad en hard zijn*

De minerale deeltjes afkomstig van gronden, waartoe we ons zullen beperken, zijn zeer zeker hard <sup>32)</sup>. Aan deze voorwaarde is dus voldaan. Deze deeltjes zijn echter slechts zelden glad. Men denke bijv. aan de z.g. metastructuren, die volgens OSTWALD <sup>33)</sup> de grootte van 1—500  $\mu$  hebben en bestaan uit bulten, kuiltjes, spleten, enz. Uit het feit, dat voor deeltjes, afkomstig van gronden met doorsneden tot zeker 60 à 70  $\mu$  toe de bezinking in water binnen de foutengrenzen overeenkomstig de Wet van STOKES plaats vindt, bewijst reeds, dat deze gladheid — althans voor gronddeeltjes van de beschouwde doorsneden — zoodanig is, dat hierdoor geen afwijkingen van niet te verwaarloozen beteekenis ontstaan. ARNOLD <sup>34)</sup> heeft verder aangetoond, dat bollen van Rose-metaal met kuiltjes in de oppervlakte bezinkingssnelheden hebben, die niet merkbaar verschillen van die van gladde bollen. Deze factor lijkt dus van een geringen en een te verwaarloozen invloed te zijn. Met dezen factor is overigens verder geen rekening te houden. Ten opzichte van dezen factor (dus de gladheid) berekent men dus altijd den equivalent straal, tenzij men natuurlijk van volkomen gladde deeltjes uitgaat.

### § 4. *Er mag geen slip optreden tusschen de deeltjes en de vloeistof*

Onder slip verstaat men datgene, wat bij z.g. ideale vloeistoffen optreedt. Tusschen een vast lichaam en de aanliggende laag van een ideale vloeistof kan een willekeurige snelheidsverandering optreden, hetgeen bij niet-ideale vloeistoffen niet het geval is. Bij de laatste vloeistoffen zijn de stroomingsverschijnselen slechts te verklaren, indien een continue snelheidsverandering aangenomen wordt. De vloeistoffen, die bij de bepaling van de granulaire samenstelling gebruikt worden, zijn zonder meer als niet-ideale vloeistoffen te beschouwen, aangezien aan de eenige voorwaarde, waaraan voldaan moet zijn, willen de stroomingsverschijnselen volgens de theorieën voor de niet-ideale vloeistoffen verlopen, n.l. dat de deeltjes volledig worden bevochtigd, voldaan wordt. Overigens toonen onderzoekingen van ARNOLD <sup>35)</sup> aan, dat

<sup>32)</sup> GESSNER maakt in zijn boek (I c. noot 6) ook enkele opmerkingen over de bezinkingssnelheden van emulsies. Hiervoor wordt naar de betreffende literatuur verwezen, aangezien hier alleen de wetten over de bezinking van deeltjes zullen worden beschouwd, voorzover deze voor gronden (minerale deeltjes) van belang zijn.

<sup>33)</sup> W. OSTWALD, Kolloid Beihefte 42, 109, 1935.

<sup>34)</sup> H. D. ARNOLD, Limitations imposed by slip and inertia terms upon Stoke's law for the motion of spheres through liquids, Phil Mag. 22, 761, 1911.

<sup>35)</sup> H. D. ARNOLD, I. c. noot 34.

slip verwaarloosd kan worden, indien het al mocht bestaan. Volgens LOWE<sup>36)</sup> en GRAETZ<sup>37)</sup> is het bestaan van slip tusschen een druppelbare vloeistof en een vast oppervlak nog nooit objectief vastgesteld.

§ 5. *De constante bezinkingssnelheid moet bereikt zijn*

Vanaf het moment, dat een deeltje in een vloeistof begint te bezinken, neemt eerst de snelheid toe, tot een constante snelheid is bereikt. WEYSSENHOFF<sup>38)</sup> en SAXER<sup>39)</sup> hebben hiervoor vergelijkingen ontwikkeld, waarvan vooral de afleiding van die volgens SAXER eenvoudig is. Bedenkt men, dat bij methoden voor de bepaling van de granulaire samenstelling van grond, berustende op de bezinkingssnelheid, het in geen geval noodig zal zijn, dat deeltjes met een doorsnede grooter dan 200  $\mu$  bepaald worden en dat GESSNER (zie noot 39, tabel 1) hiervoor volgens beide genoemde formules berekent, dat na rond 0,06 seconde de bezinkingssnelheid van kwartsbollen in water met een doorsnede van 200  $\mu$  nog slechts 0,01 % van de bezinkingssnelheid volgens de Wet van STOKES verschilt, dan behoeft het geen verder betoog, dat het feit, dat de deeltjes niet direct hun constante eindsnelheid bereikt hebben, verwaarloosd mag worden. Voor nadere bijzonderheden wordt naar de in noot 39 genoemde literatuur blz. 12—14 verwezen.

§ 6. *De deeltjes moeten bezinken in een vloeistof van een onbegrensde uitgebreidheid*

Deze voorwaarde wil zeggen, dat de beweging van het deeltje niet beïnvloed mag worden door de wanden, den bodem en den bovenkant (vloeistofspiegel) van de vaten, waarin zich de suspensie bevindt. Het is dus van belang na te gaan, hoe groot de fout is, die gemaakt wordt, doordat de vaten, waarin zich de suspensie bevindt, slechts een eindige doorsnede heeft, terwijl de dikte van de suspensie laag ook begrensd is.

Hiervoor zijn verschillende formules ontwikkeld; echter alleen voor bolvormige deeltjes. Alvorens hierop in te gaan, lijkt het mij van belang het volgende vast te stellen:

De methoden, die berusten op de bezinkingssnelheden van deeltjes, zullen

<sup>36)</sup> A. E. H. LOWE. Enzyklop. d. math. Wiss. IV, 15; Hydrodynamik I, § 13.

<sup>37)</sup> L. GRAETZ, in Winkelmanns Handbuch der Physik I, 2.

<sup>38)</sup> J. WEYSSENHOFF. Ann. Physik 62, 1-45, 1920.

<sup>39)</sup> Aangehaald uit het boek van GESSNER, blz. 12, 1. c. noot 6. De differentiaalvergelijking van SAXER bestaat in het gelijkstellen van de aandrijvende kracht op ieder tijdstip na het begin van de bezinking aan de massa  $\times$  de versnelling van de bolvormige deeltjes of dus uit:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g - 6 \pi \eta r V = \frac{4}{3} \pi r^3 D_s \cdot \frac{dV}{dt}$$
 waarin alle letters de bekende factoren voorstellen met uitzondering van  $V$ , die hier de bezinkingssnelheid na den tijd  $t$  sedert het begin van de bezinking aangeeft. Na integratie, waarbij in aanmerking is genomen, dat voor  $t = 0$   $V = 0$ , ontstaat hieruit na herleiding:

$$t = \frac{\ln(V_{st} - V)}{\frac{V_{st}}{9\eta} - \frac{2r^2 D_s}{3}}$$

waar  $V_{st}$  de bezinkingssnelheid (dit is de eenparige eindsnelheid)

volgens de Wet van STOKES voorstelt; zie § 1 van dit hoofdstuk.

bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden alleen gebruikt worden binnen het gebied, waarin de Wet van STOKES geldig is. Zooals we hieronder zullen zien, is de grootste korreldoorsnede van bolvormige korrels met een dichtheid van 2,65, die bij kamertemperatuur in water bezinken, en waarbij de Wet van STOKES geldig is (d. i. met voldoende nauwkeurigheid geldig is) omstreeks  $70 \mu$ . De gehalten aan de fracties van deeltjes met grotere korreldoorsnede kunnen ook om andere redenen (zie § 7) beter door middel van andere methoden (zeven) worden bepaald. Verder kan er hierbij nog even aan herinnerd worden, dat reeds is opgemerkt, dat de kleinste korrels (feitelijk bovenste grens van de fijnste fractie), die bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden ooit bepaald zullen behoeven te worden, geen kleinere doorsneden dan  $\pm 20 \text{ m} \mu$  zullen hebben, aangezien het gehalte aan de fractie  $< 20 \text{ m} \mu$  waarschijnlijk niet meer dan enkele procenten en zeker kleiner dan 10 % zal zijn.

Wat de nauwkeurigheid van de bepaling van de granulaire samenstelling betreft, kan worden opgemerkt, dat deze zoowel samenhangt met de bepaling van de korreldoorsnede zelf als met de gehalten van de fractie kleiner dan een bepaalde korreldoorsnede, resp. tusschen bepaalde korreldoorsneden. Deze laatste nauwkeurigheid heeft, zoodra de deeltjesdoorsneden met een voldoende nauwkeurigheid bepaald kunnen worden, alleen betrekking op de nauwkeurigheid van de bepaling van de gehalten daarvan; deze blijft hier dan ook verder buiten beschouwing. Wat de toelaatbare fout van de bepaling van de korreldoorsnede betreft, is deze zeker meer dan voldoende, indien deze kleiner dan 1 % is. Zelfs een fout van 5 % lijkt mij toelaatbaar <sup>40)</sup>. Volgens de Wet van STOKES, —  $V = Cr^2$ , waarin C een constante is — zal, indien r resp. 1 en 5 % fout mag worden aangegeven, V dus rond 2 en 10 % van de Wet van STOKES mogen afwijken. Ook al is men van meening, dat een afwijking van 5 % van de werkelijke doorsnede niet geoorloofd is, dan blijkt de afwijking van de bezinkingssnelheid volgens de Wet van STOKES zeker eenige procenten te mogen bedragen, zonder dat dit voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden van belang is.

Komen we nu weer terug op de vraag, welke fout gemaakt wordt, doordat de deeltjes bezinken in vaten van eindige afmetingen of dus in een vloeistof van eindige afmetingen. De literatuur <sup>41)</sup>, die, voor zooverre mij bekend, hierover bestaat, is afkomstig van LORENTZ <sup>42)</sup>, LADENBURG <sup>43)</sup>, ARNOLD <sup>44)</sup>,

<sup>40)</sup> Beschouwen we bolvormige deeltjes, dan blijkt vrijwel steeds dat, als om welke reden dan ook de Wet van STOKES niet geldig is en deze toch voor de berekening van de bezinkingssnelheid resp. van de doorsnede van de deeltjes wordt toegepast, de werkelijke bezinkingssnelheid kleiner en de werkelijke doorsnede groter is dan volgens de Wet van STOKES wordt berekend (zie hieronder). Dit wil dus zeggen, dat de fout in het algemeen slechts naar één zijde gaat. Indien dus de fout in de bepaling van de korreldoorsnede 1 resp. 5 % is, dan wil dit dus zeggen, dat de doorsnede bijv. als  $50.0 \mu$  wordt berekend, daarentegen  $50.5$  resp.  $52.5 \mu$  moet zijn, of bijv. als  $30.0 \mu$  wordt berekend, daarentegen  $30.3 \mu$  resp.  $31.5 \mu$  is, enz.

<sup>41)</sup> Grootendeels ontnomen aan de, in noot 6 genoemde literatuur, blz. 14.

<sup>42)</sup> H. A. LORENTZ, *Abh. über theor. Physik*, I, 23, 1906.

<sup>43)</sup> R. LADENBURG, *Ann. Physik*, 22, 287, 1907; 23, 447, 1907; zie ook de Münchener Dissertatie (Leipzig 1906).

<sup>44)</sup> H. D. ARNOLD, *Phil. Mag.* 22, 755, 1911.

WESTGREN <sup>45)</sup>, WEYSENHOFF <sup>46)</sup>, FAXÉN <sup>47)</sup>, LIEBSTER en SCHILLER <sup>48)</sup>.

De ontwikkelde formules beoogen den invloed van den wand, van den bodem en het deksel van het vat op den weerstand, dien het *bolvormige* deeltje tijdens het bezinken ondervindt, of dus op de bezinkingssnelheid, aan te geven.

LORENTZ heeft nu, uitgaande van den Stokeschen vorm van de hydrodynamische differentiaalvergelijkingen, den invloed van een wand evenwijdig de bewegingsinrichting op de beweging van een bolvormig lichaam bepaald door superpositie van den toestand, die door bewegingsreflexen aan een grensvlak van de vloeistof op dit lichaam zelf ontstaan. Voor geringe afstanden van den wand luidt deze formule:

$$w = \frac{6 \pi \eta r V_w}{1 - \frac{9r}{16l}} \dots \dots \dots 6$$

waarin  $V_w$  de werkelijke bezinkingssnelheid,  $r$  de straal van het bolvormig deeltje en  $l$  den afstand van het middelpunt van het bolvormige deeltje tot den wand voorstelt. Deze vergelijking is ook te schrijven in den vorm:

$$V_w = V_{st} \left( 1 - \frac{9r}{16l} \right) \dots \dots \dots 7$$

waarin  $V_w$  de werkelijke en  $V_{st}$  de bezinkingssnelheid volgens de Wet van STOKES is <sup>49)</sup>.

Ofschoon deze formule 7 voor ons doel het belangrijkste is, kan worden opgemerkt, dat met behulp van de Lorentzsche berekening en eveneens uitgaande van de Stokesche vergelijkingen LADENBURG de reflexen van de oorspronkelijke beweging aan een oneindig langen cylinder (wanden evenwijdig aan de beweging), resp. aan twee oneindig uitgebreide platte vlakken (loodrecht op de beweging) op een onderlingen afstand, gelijk aan den afstand van den bodem tot het deksel van de cylinders, op bolvormige deeltjes in rekening heeft gebracht. Het resultaat van deze berekeningen is in zooverre slechts een benadering, aangezien streng genomen de reflexen op een gesloten cylinder toegepast hadden moeten worden.

Wordt alleen de zijwand van den cylinder in aanmerking genomen, dan berekent hij voor den weerstand van een kogelvormig lichaam, die in de as van den cylinder bezinkt:

$$w = 6 \pi \eta r V_w \left( 1 + 2,4 \frac{r}{R} \right) \dots \dots \dots 8$$

<sup>45)</sup> A. WESTGREN, Ann. Physik. 52, 308, 1917.

<sup>46)</sup> J. WEYSENHOFF, Ann. Physik 62, 1, 1920.

<sup>47)</sup> H. FAXÉN, Dissertatie, Uppsala 1921; Ann. Physik 63, 581, 1920; Ark. f. math. astron. o. fys. 17, Nr. 17, 1923.

<sup>48)</sup> H. LIEBSTER u. L. SCHILLER, Physikal. Z. 670, 1924.

<sup>49)</sup> De weerstand  $w$  blijft immers gelijk aan  $\frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g$ , of heeft dus voor een gegeven deeltje in een gegeven vloeistof en bij gegeven temperatuur steeds dezelfde waarde.



$$\text{of dus } V_w = \frac{V_{st}}{\left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right)} \dots \dots \dots 9$$

waarin R den straal van het cilindervormige vat voorstelt.

Wordt bovendien de invloed van den bodem en het deksel van het cilindervormige vat (geheel gevuld met vloeistof) in aanmerking genomen, dan wordt deze weerstand nog vergroot tot:

$$W = 6 \pi \eta r V_w \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right) \left(1 + 3,3 \frac{r}{h}\right) \dots \dots \dots 10$$

$$\text{of dus } V_w = \frac{V_{st}}{\left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right) \left(1 + 3,3 \frac{r}{h}\right)} \dots \dots \dots 11$$

waarin h de afstand van den bodem tot het deksel van den cylinder voorstelt. Deze laatste geldt feitelijk alleen voor geheel gevulde cylinders, indien de bezinkingssnelheid in het middelste derde gedeelte van dezen cylinder wordt beschouwd.

Bij deze formules 8—11 kan worden opgemerkt, dat, als de invloed van wanden, bodem en deksel te verwaarloozen is, de Wet van STOKES overblijft.

Nu heeft STOKES bij de afleiding van de naar hem genoemde wet de kwadratische termen in de hydrodynamische grondvergelijkingen verwaarloosd. OSEEN<sup>50)</sup> nam ook de z.g. halfkwadratische termen in aanmerking. Hij vond voor den weerstand w, die een bolvormig deeltje bij bezinking ondervindt<sup>51)</sup>:

$$w = 6 \pi \eta r V \left(1 + \frac{3}{4} \frac{D_l \cdot r}{2 \eta} V\right) \dots \dots \dots 12$$

Uitgaande van den Oseenschen vorm van de differentiaalvergelijkingen heeft FAXÉN<sup>52)</sup> een theorie onder dezelfde omstandigheid opgesteld. Ook nu geldt deze theorie slechts voor oneindig lange cylinders (lengte van den cylinder groot ten opzichte van de doorsnede). De invloed van bodem en (of) deksel werd door hem verder niet in rekening gebracht. Betrekken we ook nu de correctie op den weerstand, die een bolvormig lichaam ondervindt,

<sup>50)</sup> C. W. OSEEN, Ark. Mat. Astron. Fys. 6, Nr. 29, 1910; 7, Nr. 9—12, 1911; 9, Nr. 16, 1913.

<sup>51)</sup> De formule van OSEEN geldt onder dezelfde voorwaarden als de Wet van STOKES; deze zal echter onder overigens gelijke omstandigheden tot grootere bezinkingssnelheden geldig blijven (zie hieronder). De factor V in het tweede lid is de absolute snelheid (onafh.

van het teeken). Deze weerstand is ook te schrijven als:  $w = \frac{6 \pi \eta r V}{\left(1 - \frac{3}{4} \frac{D_l r V}{2 \eta}\right)}$ . Zoolang de fac-

tor  $\frac{3}{4} \frac{D_l r V}{2 \eta}$  klein is, maakt dit overigens geen verschil.

<sup>52)</sup> H. FAXÉN, Ann. Physik 63, 581, 1920; zie ook Dissertatie Uppsala, 1921.

die in de as van den cylinder bezinkt<sup>53)</sup>, dan wordt deze weerstand aangegeven door:

$$w = \frac{6 \pi \eta r V}{1 - \frac{3}{2} \frac{D_t V}{2\eta} r - \frac{r}{R} \varphi(\sigma R) + \frac{r^3}{R^3}} \cdot 2,09 \quad \dots \dots \dots 13$$

waarin  $R =$  straal cylinder en  $\sigma = \frac{D_t V}{2\eta}$ .

Het is duidelijk, dat, indien de invloed van den wand te verwaarloozen is, doordat het deeltje zich verhoudingsgewijze ver genoeg van den wand bevindt of de cylinder wijd genoeg is, *de formule van OSEEN overblijft*. Voor den weerstand, die een bezinkend, niet te groot, deeltje vlak bij een wand ondervindt, gaat de in noot 51 aangegeven formule over in die van LORENTZ (formule 6).

Bedenken we nu, dat bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden de methode, berustend op de bezinkingssnelheid, alleen gebruikt wordt in het gebied, waarin de Wet van STOKES geldt, dan heeft het geen zin de weerstand of de bezinkingssnelheid voor het feit, dat de doorsnede van het vat, waarin zich de suspensie bevindt, eindige afmetingen heeft, volgens FAXÉN te corrigeeren, aangezien men dan de bezinkingssnelheid tevens op de Oseensche formule corrigeert. Nauwkeurige onderzoeken van SCHMIEDEL<sup>54)</sup> hebben overigens aangetoond, dat binnen de grenzen, waarin de Wet van STOKES geldt, niet uit te maken is, of nu aan de Ladenburg-Stokesche of Faxén-Oseensche correctie voor den invloed van de cylinderwanden de voorkeur is te geven.

Wat den invloed van een vlakken wand loodrecht op de bewegingsrichting van een deeltje op den door dat deeltje ondervonden weerstand betreft, kan worden opgemerkt, dat LORENTZ ook reeds de reflexen van de beweging aan een vlak loodrecht de bewegingsrichting op een bolvormig deeltje in aanmerking heeft genomen, waarbij hij ook nu van den Stokeschen vorm van de vergelijkingen uitging. De weerstand, die een deeltje tijdens de bezinking ondervindt, indien dus de bodeminvloed in rekening wordt gebracht, is:

$$w = 6 \pi \eta r V \left( 1 + \frac{9r}{8a} \right) \quad \text{of}$$

$$V_w = \frac{V_{st}}{1 + \frac{9r}{8a}} \quad \dots \dots \dots 14$$

waarin  $a$  de afstand van het middelpunt van het bolvormige deeltje tot den bodem aangeeft. Deze theorie werd later door LADENBURG uitgebreid, waarop reeds werd gewezen.

<sup>53)</sup> GESSNER geeft in zijn boek, blz. 15 de formule van FAXÉN weer, waarbij het deeltje zich op een bepaalden, willekeurigen afstand van een vlakken wand bevindt.

<sup>54)</sup> J. SCHMIEDEL, Experimentelle Untersuchungen über die Fallbewegung von Kugeln und Scheiben in reibenden Flüssigkeiten. Physik. Z. 29, 593, 1928.

De vergelijking van LORENTZ is voor ons doel weer het belangrijkste. SCHMIEDEL<sup>55)</sup> merkt hierover op, dat het probleem van den bodem- en dekselinvloed experimenteel niet onderzocht kan worden zonder op groote moeilijkheden te stuiten. Noch de theorie van LORENTZ noch van LADENBURG zijn feitelijk te gebruiken, aangezien een theorie, die naast den invloed van den bodem ook die van een vrij oppervlak (vloeistofoppervlak) in aanmerking neemt, niet bestaat. De invloed van den bodem, van het deksel en van het vrije oppervlak werd door hem dan ook experimenteel onderzocht. Hij gebruikte daarvoor wijdere vaten van  $8,5 \times 8,5 \times 20$  cm om den invloed van de zijwanden zooveel mogelijk uit te schakelen. Bij de bepaling van de bezinkingssnelheden van bolvormige deeltjes bleek nu, dat bij aanwezigheid van een vrij oppervlak het geen verschil uitmaakte of het deeltje bezonk in een vloeistofkolom van 9 dan wel van 18 cm lengte. De bezinkingssnelheden waren binnen de foutengrenzen gelijk. Ook bij een vloeistofkolom van 12,2 cm lengte, waarbij de bovenzijde van de vloeistofkolom een vaste deksel was en bij een vloeistofkolom van 15 cm lengte, waarbij de bovenzijde een vloeistofspiegel was, waren de bezinkingssnelheden binnen de foutengrenzen gelijk. Deze bezinkingssnelheden werden daarbij bepaald in het middelste  $\frac{1}{3}$  deel van de vloeistofkolom. De invloed van een vloeistofspiegel was dus niet aan te toonen. De invloed van den bodem van het vat was wel aan te toonen, hetgeen door SCHMIEDEL geschiedde door de bezinkingssnelheid tot vlak bij den bodem te vervolgen. Hierbij bleek, dat tot dicht bij den bodem de invloed van dezen bodem op de bezinkingssnelheid gering was, dan echter snel toenam.

Zien we nu om de reeds genoemde redenen af van de correctieformule volgens FAXÉN, dan zijn voor ons doel — nl. om na te gaan wat de verwaarloozing van de invloeden van den wand en den bodem van den cylinder voor fout maakt bij de bepaling van de deeltjesgrootte — de beide formules van LORENTZ daarvoor het beste bruikbaar. Bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden wordt immers van een suspensie van deeltjes, dus van vele deeltjes in een vloeistof, uitgegaan. Deze deeltjes bezinken behalve in de as van den cylinder ook meer of minder ver van de wanden, van den bodem of van den vloeistofspiegel verwijderd. Een van de wijzen, waarop deze fout kan worden overzien, is na te gaan, in welk gedeelte van de doorsnede van den cylinder de invloed van den wand een niet te verwaarloozen invloed uitoeft<sup>56)</sup>. Evenzoo, in hoeverre de bezinkingssnelheid (volgens STOKES) beïnvloed wordt door de aanwezigheid van den bodem in verband met de diepte, waarop gepipeteerd wordt en in verband met de dikte van de laag boven den bodem, waarbinnen deze invloed een niet te verwaarloozen fout veroorzaakt. Ofschoon een invloed van een vloeistofspiegel niet is aan te toonen, zullen we veiligheidshalve aannemen, dat deze invloed even groot is als die van den bodem en wel, in verband met de diepte waarop gepipeteerd wordt, in verband met den tijd, die na het homogeniseeren

<sup>55)</sup> l. c. noot 54.

<sup>56)</sup> Zooals ook GESSNER in zijn boek doet; zie de in noot 6 genoemde publicatie, blz. 14—17. De daaruit door dezen onderzoeker getrokken conclusies over de wijdte van de benodigde cylinders lijken mij echter zeer overdreven.

van de suspensie verloopt, voordat wordt gepipetteerd en in verband met de dikte van de laag onder den vloeistofspiegel, waarin deze invloed (als invloed van den bodem berekend) niet te verwaarloozen klein zou zijn.

Hieronder is in tabel I voor enkele korreldoorsneden volgens de formule van LORENTZ (formule 7) berekend, in hoeverre de bezinkingssnelheid volgens STOKES beïnvloed wordt door den invloed van de wanden van den cylinder.

TABEL I

r in cm	d in cm	Afstand van het middelpunt van het bolvormige deeltje in cm tot den wand					
		0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
					Fout in %		
0,00005	0,0001	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,0001	0,0002	0,6	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,0002	0,0004	1,1	0,6	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
0,0004	0,0008	2,3	1,1	0,6	0,4	0,3	< 0,3
0,0008	0,0016	4,5	2,3	1,1	0,8	0,6	0,5
0,00125	0,0025	7,0	3,5	1,8	1,2	0,9	0,7
0,0025	0,0050	14,1	7,0	3,5	2,2	1,8	1,41

Uit tabel I volgt, dat, indien volgens de methode, waarbij de bezinking van deeltjes voor de bepaling van de granulaire samenstelling wordt toegepast, ook nog deeltjes tot een doorsnede van 0,005 cm = 50  $\mu$  (fractie < 50  $\mu$ ) bepaald moeten (moet) worden, de wand, als we strenge eischen stellen (V mag hoogstens  $\pm 2\%$  fout zijn; zie hiervoor), tot op rond 0,06 cm een invloed uitoefent, die niet verwaarloosd mag worden. Voor de deeltjes met doorsneden kleiner dan resp. 25, 16, 8, 4, 2, 1  $\mu$  (fracties < 25, < 16, < 8, < 4, < 2 en < 1  $\mu$ ) zijn deze afstanden resp. rond 0,04, 0,02, 0,01, < 0,01 < 0,01 en < 0,01 cm<sup>57</sup>). Vragen we ons nu af in welk gedeelte van de doorsnede van de cylinders (in procenten van deze doorsnede) de bezinkingssnelheden van korrels met de in tabel I genoemde doorsneden op een niet te verwaarloozen wijze worden beïnvloed (fout van de bezinkingssnelheid gelijk aan, of grooter dan 2%), dan blijken dit voor cylinders met stralen van 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10 cm de, in tabel 2 aangegeven, gedeelten te zijn. De berekening daarvan geschiedt met behulp van de formule

$$\text{Gedeelte (in \%)} = \frac{\pi R^2 - \pi (R - l)^2}{\pi R^2} \cdot 100 = \frac{2lR - l^2}{R^2} \cdot 100 \dots\dots 15$$

waarin  $l$  de afstand van den wand voorstelt, tot waar bij de beschouwde korreldoorsnede de invloed van den wand op een niet te verwaarloozen wijze de bezinkingssnelheid beïnvloedt.

<sup>57)</sup> De afstanden van den wand, waarop voor deeltjes met doorsneden kleiner dan 4, 2 en 1  $\mu$  de fout in de bezinkingssnelheid rond 2% bedraagt, zijn resp. 0,0056, 0,0028 en 0,0014 cm.

Nu is op deze wijze niet precies aan te geven, wanneer een ontoelaatbare fout optreedt. Stellen we deze grens bij 2,0 %, hetgeen in verband met de eischen, die aan de maximale afwijking van de bezinkingssnelheid van de Wet van STOKES zijn gesteld, wel zeer streng is, dan blijkt uit tabel 2, dat, als deeltjes met doorsneden tot resp. 50, 25, 16, 8, 4, 2, 1  $\mu$  (fracties  $< 50$ ,  $< 25$ ,  $< 16$ ,  $< 8$ ,  $< 4$ ,  $< 2$ ,  $< 1 \mu$ ) worden bepaald, wat betreft den invloed van den wand, cylinders met een doorsnede van minimaal 12, 8, 4, 2, 1,  $< 1$  en  $< 1$  cm mogen worden gebruikt. Nu voert men bepalingen van fracties  $< 50 \mu$  zeker in vaten met een doorsnede van 6 cm uit<sup>58)</sup>, terwijl in spoel-apparaten volgens SCHÖNE, KOPECKY enz. de fractie van deeltjes  $< 50 \mu$  en zelfs  $< 80 \mu$  worden bepaald in vaten met doorsneden van 6 cm en mogelijk nog iets kleiner.

TABEL 2

*Gedeelte van de cylinderdoorsnede in procenten van deze doorsnede, die op een niet te verwaarloozen wijze (fout in  $V_{st}$  2 of meer procent) door den wand beïnvloed worden*

l in cm	r in cm	d in cm	Straal cylinder R in cm												
			0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0,0014	0,00005	0,0001	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,0028	0,0001	0,0002	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,0056	0,0002	0,0004	2,2	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,01	0,0004	0,0008	4,0	2,0	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,02	0,0008	0,0016	7,8	4,0	2,0	1,3	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,04	0,00125	0,0025	15,4	7,8	4,0	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	<1,0	<1,0	<1,0
0,06	0,0025	0,0050	22,6	11,6	5,9	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,3	1,2	

Aangezien, zooals verschillende onderzoekers hebben nagegaan (zie verder § 10), hiermede toch waarden voor de korreldoorsneden in overeenstemming met de Wet van STOKES zijn verkregen, — zelfs ondanks het feit, dat deze deeltjes geen bollen en evenmin volkomen glad zijn —, volgt hieruit dan ook wel, dat de bovengenoemde eischen te streng zijn.

De bovengenoemde methode is aangegeven, aangezien deze althans snel een overzicht over den invloed van den wand op de bezinkingssnelheid geeft. Een veel juister inzicht krijgt men hiervan op de volgende manier, waarbij we als voorbeeld den gemiddelden invloed van de wanden van een cilindrisch vat met een straal van 1 cm op de bezinkingssnelheid van bolvormige deeltjes met een straal van 25  $\mu$  (doorsnede 50  $\mu$ ) zullen berekenen.

Hiertoe beschouwen we (zie figuur 1) een homogene suspensie van deeltjes met alle denzelfden straal van 25  $\mu$  in een cilindrisch vat. Een doorsnede loodrecht de as van dit cilindrische vat wordt nu in concentrische ringen ter dikte van de doorsnede van de deeltjes (50  $\mu$ ) verdeeld. Het aantal van der-

<sup>58)</sup> Bij de nieuwe gecombineerde zeef-pipet-analyse wordt de grofste fractie, die met behulp van de pipetmethode wordt bepaald, nl. de fractie  $< 25 \mu$ , bepaald in cylinders met een doorsnede van 6 cm.

gelijke ringen bedraagt in dit geval  $\frac{10000}{50} = 200$  ringen. De totale lengte van deze ringen is dus  $2 \pi \cdot 200 \frac{(9975 + 25)}{2} = 2000000 \pi \mu$ . In iederen ring is het aantal deeltjes, dat zich daarin bevindt, recht evenredig met de lengte daarvan (de suspensie is immers homogeen). We kunnen dus den gemiddelden invloed van den wand op de bezinkingssnelheid van alle deeltjes

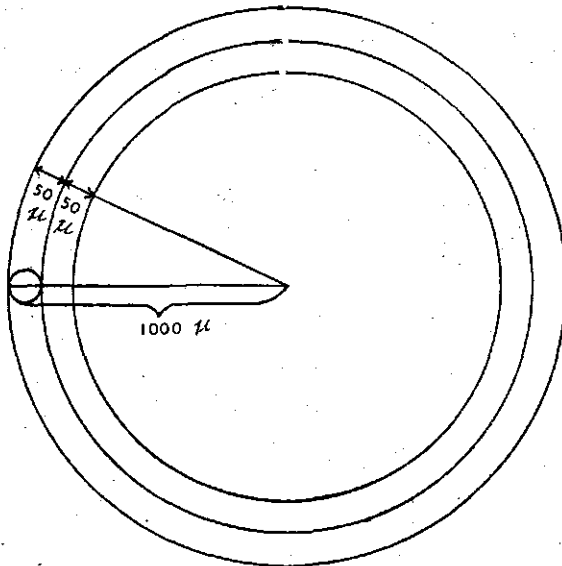


Fig. 1

uitrekenen door voor iederen ring den invloed uit te rekenen, die de wand op de bezinkingssnelheid van de deeltjes binnen deze ring heeft. Dezen invloed (in % van den weerstand  $W$  volgens STOKES), vermenigvuldigd met het percentage, dat de lengte (omtrek) van dezen ring uitmaakt van de totale lengte van alle ringen, en opgeteld en gedeeld door 100, geeft den gemiddelden invloed van den wand in procenten van den weerstand  $W$  volgens STOKES aan.

De berekening kan dicht bij den wand het beste volgens de formule van LORENTZ (vergelijking 6) geschieden. Hoe grooter de afstand van den wand echter wordt, hoe onjuister deze formule is, doordat de invloed van de tegenoverliggende en naastgelegen wanden steeds grooter wordt. Hoe grooter dan ook de afstand van den wand is, hoe juister de formule van LADENBURG (vergelijking 8) wordt. In tabel 3 werd deze invloed dan ook behalve volgens de formule van LORENTZ ook berekend volgens de formule van LADENBURG, waarbij binnen iederen ring deze invloed werd uitgerekend, alsof de deeltjes bezonken in de as van een cilindrisch vat met een straal, gelijk aan den werkelijken afstand van het midden van dezen ring (= van middelpunt deeltje) tot den wand.

Uit tabel 3 blijkt, dat de gemiddelde fout berekend volgens de formule van LORENTZ in het gegeven geval 2,6 % en volgens LADENBURG 7,6 % bedraagt. Nu behoeft het geen verder betoog, dat de formule van LORENTZ in dit geval juistere resultaten zal geven dan volgens LADENBURG en de hier gevolgde toepassing daarvan, aangezien het grootste aandeel in den gemiddelden invloed geleverd wordt door de deeltjes, die zich dicht bij den wand bevinden, en hier de invloed volgens de formule van LORENTZ berekend juistere is dan volgens de formule van LADENBURG en de wijze, die daarbij gevolgd is om den maximalen invloed van den wand te berekenen. Overigens staat dit los van de vraag, of de formule van LORENTZ nog wel geldt voor de deeltjes in de buitensten ring, aangezien dezen de wand tijdens het bezinken aanraken<sup>59)</sup>. Dat de formule van LADENBURG wel niet zal gelden voor de

TABEL 3

*Gemiddelde invloed van den wand van een cilindrisch vat met een straal van 1 cm op de bezinkingssnelheid van bolvormige deeltjes met een straal van 25  $\mu$*

Volgens Lorentz				Volgens Ladenburg			
$w = \frac{w_{st}}{\left(1 - \frac{9r}{16l}\right)} = w_{st} \left(1 + \frac{x}{100}\right)$				$w = w_{st} \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right) = w_{st} \left(1 + \frac{y}{100}\right)$ (straal denkbeeldig vat steeds gelijk-nemen aan afstand middelpunt deeltje tot wand werkelijke vat)			
1	2	3	4	1	2	3	4
<i>l</i> in cm	<i>r</i>	Percentage lengte ringen v/d lengte van alle ringen	Kolom 2 $\times$ kolom 3	<i>R</i> in cm	<i>y</i>	Percentage lengte ringen v/d lengte van alle ringen	Kolom 2 $\times$ kolom 3
0,0025	128,8	0,9975	128,5	0,0025	240,0	0,9975	239,4
0,0075	23,0	0,9925	22,8	0,0075	80,0	0,9925	79,4
0,0125	12,7	0,9875	12,5	0,0125	48,0	0,9875	47,4
0,0175	8,7	0,9825	8,6	0,0175	34,3	0,9825	33,7
0,0225	6,6	0,9775	6,5	0,0225	26,5	0,9775	26,1
0,0275	5,3	0,9725	5,2	0,0257	21,8	0,9725	21,2
0,0325	4,5	0,9675	4,4	0,0325	18,5	0,9675	17,9
0,0375	4,0	0,9625	3,9	0,0375	16,0	0,9625	15,4
0,0425	3,4	0,9575	3,3	0,0425	14,1	0,9575	13,5
0,0475	3,0	0,9525	2,9	0,0475	12,6	0,9525	12,0
0,0525	2,7			0,0525	11,4		
	gem. 2,3	4,6875	10,8		gem. 9,9	4,6875	47,5

<sup>59)</sup> SCHMIEDL (l. c. noot 54) toonde aan, dat de invloed van den bodem door de formule van LORENTZ in elk geval nog goed wordt aangegeven, indien de afstand van het (bolvormige) deeltje van den bodem 2,7  $\times$  de doorsnede is. Bij nog geringere afstanden zijn geen metingen verricht. De doorsneden van de deeltjes, waarmede deze proeven zijn uitgevoerd, waren minimaal  $\pm 1$  mm.

Volgens Lorentz				Volgens Ladenburg			
$w = \frac{w_{st}}{\left(1 - \frac{9r}{16l}\right)} = w_{st} \left(1 + \frac{x}{100}\right)$				$w = w_{st} \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right) = w_{st} \left(1 + \frac{y}{100}\right)$ <p>(straal denkbeeldig vat steeds gelijk-nemen aan afstand middelpunt deeltje tot wand werkelijke vat)</p>			
1	2	3	4	1	2	3	4
<i>l</i> in cm	<i>r</i>	Percentage lengte ringen v/d lengte van alle ringen	Kolom 2 × kolom 3	<i>R</i> in cm	<i>y</i>	Percentage lengte ringen v/d lengte van alle ringen	Kolom 2 × kolom 3
0,0725	1,9			0,0725	8,3		
0,0775	1,8			0,0775	7,8		
	gem. 1,6	4,5625	7,3		gem. 7,5	4,5625	34,2
0,0975	1,4			0,0975	6,2		
0,1025	1,4			0,1025	5,9		
	gem. 1,1	17,0	18,7		gem. 4,5	17,0	76,5
0,1975	0,7			0,1975	3,0		
0,2025	0,7			0,2025	2,9		
	gem. 0,6	15,0	9,0		gem. 2,5	15,0	37,5
0,2975	0,5			0,2975	2,0		
0,3025	0,5			0,3025	2,0		
	gem. 0,5	13,0	6,5		gem. 1,8	13,0	23,4
0,3975	0,4			0,3975	1,5		
0,4025	0,3			0,4025	1,5		
	gem. 0,3	11,0	3,3		gem. 1,4	11,0	15,4
0,4975	0,3			0,4975	1,2		
0,5025	0,3			0,5025	1,2		
	gem. 0,3	9,0	2,7		gem. 1,1	9,0	9,9
0,5975	0,2			0,5975	1,0		
0,6025	0,2			0,6025	1,0		
	gem. 0,2	7,0	1,4		gem. 1,0	7,0	7,0
0,6975	0,2			0,6975	0,9		
0,7025	0,2			0,7025	0,9		
	gem. 0,2	5,0	1,0		gem. 0,9	5,0	4,5
0,7975	0,2			0,7975	0,8		
0,8025	0,2			0,8025	0,7		
	gem. 0,2	3,0	0,6		gem. 0,7	3,0	2,1
0,8975	0,2			0,8975	0,7		
0,9025	0,2			0,9025	0,6		
	gem. 0,2	1,0	0,2		gem. 0,6	1,0	0,6
0,9975	0,1			0,9975	0,6		
	Totaal	100,0	260,1		Totaal	100,0	764,6

Gem. fout  $\frac{260,1}{100} = 2,6 \%$

Gem. fout  $\frac{764,6}{100} = 7,6 \%$

*Opmerking.* In werkelijkheid is de fout iets grooter dan volgens LORENTZ wordt berekend, daarentegen belangrijk lager dan volgens LADENBURG. De fout is dus zeker kleiner dan  $\frac{2,6 + 7,6}{2} = 5,1 \%$  en zal vermoedelijk kleiner zijn dan:  $\frac{2 \times 2,6 + 7,6}{3} = 4,3 \%$ .



bezinking van deeltjes in een cilindrische buis met denzelfden straal als het deeltje is van minder belang, aangezien in werkelijkheid dit deeltje slechts aan één zijde en in één punt den wand raakt en deze berekeningswijze slechts is toegepast om den maximalen gemiddelden invloed van den wand te bepalen. In het gegeven geval — bolvormige deeltjes met een straal van  $25 \mu$ , die bezinken in een cilindrisch vat met een straal van 1 cm — zal deze gemiddelde

fout dan ook iets grooter dan 2,6 en zeker kleiner dan  $\frac{2,6 + 7,6}{2} = 5,1 \%$

zijn en vermoedelijk ook nog kleiner zijn dan  $\frac{2 \cdot 2,6 + 7,6}{3} = 4,3 \%$ .

Uit het bovenstaande volgt, dat in het gegeven geval de weerstand  $W$  gemiddeld zeker niet meer dan  $1,05 \times$  grooter is dan volgens de Wet van STOKES. Aangezien  $w = 6 \pi r \eta V_w \cdot 1,05 = \frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g$ , volgt

hier dus uit, dat bij bepaalde  $r$  (= straal deeltjes) de bezinkingssnelheid  $1,05 \times$  langzamer is geworden dan uit de Wet van STOKES zou volgen. Bij een bepaalde bezinkingssnelheid wordt dus volgens de Wet van STOKES een om  $\sqrt{1,05}$  kleinere straal berekend dan deze gemiddeld genomen in gegeven geval in werkelijkheid is. Zelfs deze fout is gering en, indien de straal van den cylinder niet 1 maar 3 cm is, geheel te verwaarloozen. Hieruit volgt dan ook, dat de in tabel 2 aangegeven waarden de neiging hebben de fout grooter te doen voorkomen dan deze in werkelijkheid is. In praktische gevallen kan dan ook beter de hierboven aangegeven, m.i. juistere methode voor de berekening van de gemiddelde fout worden toegepast. Gezien de tijdroovendheid van deze berekeningen is er hier van afgezien voor meerdere gevallen deze gemiddelde fout te berekenen.

Gaan we nu over tot den invloed van den bodem en den vloeistofspiegel, waarbij we dus zullen aannemen, dat beide invloeden gelijk zijn, dan kunnen we met behulp van de vergelijking 14 ook nu weer voor korrels van verschillende doorsneden nagaan, hoe groot de afwijking van de bezinkingssnelheid volgens STOKES is, indien de (bolvormige) deeltjes zich op een bepaalden afstand van den bodem of vloeistofspiegel bevinden. Dit is in tabel 4 aangegeven.

Stellen we ook nu den eisch, dat de afwijking van de Wet van STOKES hoogstens 2 % mag bedragen, dan blijkt dus, dat voor deeltjes met doorsneden van resp. 50, 25, 16, 8, 2 en  $1 \mu$  de afstand van den bodem (vloeistofspiegel) resp. minstens 0,14; 0,07; 0,05; 0,03; 0,015;  $< 0,01$  en  $< 0,01$  cm moet bedragen. Hieruit volgt, dat noeh met den invloed van den bodem noeh met dien van den vloeistofspiegel (indien dus deze bestaat) bij de bepaling van de granulaire samenstelling van grond rekening behoeft te worden gehouden, indien de methode, waarbij de bezinkingssnelheid wordt toegepast, hoogstens deeltjes met een doorsnede van  $50 \mu$  bepaalt. Bij de pipetmethode en dergelijke wordt de concentratie op veel grootere afstanden boven den bodem bepaald, terwijl bij andere methoden (bijv. spoelmethode) het volume van de suspensie, waar een invloed van den bodem (en vloeistofspiegel) merkbaar optreedt, te ver-

TABEL 4

*Invloed van de nabijheid van den bodem of den vloeistofspiegel <sup>60)</sup> op de bezinkings-snelheid. Afwijking van de bezinkingssnelheid in procenten*

r in cm	d in cm	Afstand van het middelpunt van het bolvormige deeltje in cm uit den bodem of vloeistofspiegel					
		0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
0,00005	0,0001	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
0,0001	0,0002	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
0,0002	0,0004	2,2	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
0,0004	0,0008	4,3	2,2	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0
0,0008	0,0016	8,2	4,3	2,2	1,5	1,1	< 1,0
0,00125	0,0025	12,4	6,5	3,4	2,3	1,7	1,4
0,0025	0,0050	22,0	12,4	6,5	4,5	3,4	2,8

*Opmerking:* Bij een deeltje met een doorsnede van 50  $\mu$  moet de afstand 0,14 cm bedragen, wil de bezinkingssnelheid hoogstens 2 % van die van de Wet van STOKES afwijken.

waarloozen gering is bij het totale volume van de suspensie. Met den invloed van den bodem behoeft dus nooit rekening te worden gehouden.

Bij sommige methoden, als bijv. bij de pipet- en de dompellichaam-methode <sup>61)</sup>, is het voor de bepaling van de fijnste fracties in verband met den bezinkingstijd of de gebruikte methode (centrifuge) soms noodzakelijk de concentratie van de suspensie op een geringen afstand van den vloeistofspiegel te bepalen. Deze afstand kan om andere redenen (in verband met den inhoud van de pipet of dompellichaam) niet veel kleiner zijn dan omstreeks 1 cm. Zelfs, indien de vloeistofspiegel denzelfden invloed uitoefent als de bodem van het vat, blijkt dit zelfs voor korrels met een doorsnede van 2  $\mu$  en zelfs nog iets grooter toelaatbaar te zijn. Voor korrels van een doorsnede van 2  $\mu$  of kleiner is de bezinkingssnelheid immers hoogstens 1 % afwijkend van de bezinkingssnelheid volgens STOKES, als de afstand uit den vloeistofspiegel slechts 0,01 cm bedraagt. Ook indien slechts op 1 cm onder den vloeistofspiegel de concentratie van de suspensie bepaald wordt, wordt de bezinkingsduur van de deeltjes vanaf den vloeistofspiegel tot op 1 cm daaronder in totaal minder dan 1 % daardoor beïnvloed. De invloed van den vloeistofspiegel, ook indien deze even groot is als van den bodem, is dus te verwaarloozen. Voor korrels met doorsneden grooter dan 2  $\mu$  is dit in verband met de bezinkingstijden van geen belang meer, aangezien men dan zonder bezwaar op 5 cm onder den vloeistofspiegel en voor nog grovere op 10 cm en meer de concentratie van de suspensie kan bepalen. De invloed van den vloeistofspiegel kan in die gevallen derhalve eveneens worden verwaarloosd.

<sup>60)</sup> Hierbij is aangenomen, dat de invloed van de vloeistofspiegel gelijk is aan dien van den bodem en berekend kan worden met behulp van vergelijking 14.

<sup>61)</sup> Voor het eerst toegepast door BERG, l. c. noot 10.

§ 7. *Bij het begin van de bezinking moet de vloeistof in rust zijn. In de betreffende vloeistof mag slechts één deeltje bezinken, d.w.z. de afstand tusschen de deeltjes moet oneindig groot zijn*

In verband met sub 7 kan verder worden opgemerkt, dat de Wet van STOKES streng genomen alleen geldt, indien slechts één (bolvormig) deeltje in de betreffende vloeistof bezinkt. Uit praktische ervaringen weet men echter, dat de Wet van STOKES binnen de foutengrenzen van de bepaling geldig blijft, indien de suspensie 10, 20, of zelfs 30 gram grond per liter bevat. GESSNER<sup>62)</sup> meent zelfs, dat bij concentraties van 50 tot 100 gram per liter suspensie nog nauwkeurige resultaten mogelijk zijn, indien de gebruikte stoffen<sup>63)</sup> van te voren volkomen electrolyt-vrij zijn gemaakt. Ook de verder hieronder nog te bespreken contróle-onderzoekingen over de geldigheid van de Wet van STOKES, waarbij van een suspensie van deeltjes werd uitgegaan, bewijst eveneens, dat deze wet ook voor verdunde suspensies en natuurlijk onder de overige geldigheidsvoorwaarden geldig is<sup>64)</sup>. Toch spreekt dat feit niet van zelf.

Nemen we bijv. 20 gram gronddeeltjes per liter suspensie, welke deeltjes we alle bolvormig denken en wel met denzelfden straal  $r$ . Stellen we de dichtheid van deze gronddeeltjes op 2,675, dan is het gewicht  $G$  van 1 bolvormig gronddeeltje met straal  $r$  gelijk aan:

$$G = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675 \text{ gram} \dots\dots\dots 16$$

In 20 gram grond bevinden zich dus

$$\frac{20}{\frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675} \text{ deeltjes} \dots\dots\dots 17$$

Deze deeltjes zijn (homogeen) gesuspenseerd in 1 liter suspensie. Ieder deeltje bevindt zich dus in:

$$1000 : \frac{20}{\frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675} = \frac{1000 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675}{20} \text{ cc} \dots\dots\dots 18$$

Als kubus berekend met ribbe  $R$  is dus:

$$R^3 = \frac{1000 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675}{20} \dots\dots\dots 19$$

<sup>62)</sup> GESSNER, l. c. noot 6, blz. 158.

<sup>63)</sup> R. GALLAY, Koll. Beih. 21, 437, 1925, toonde aan, dat bij suspensies van een lössgrond en van kwartsdeeltjes bij concentraties van 50 tot 100 gram per liter met het Wiegnersche apparaat nauwkeurige resultaten konden worden verkregen, indien de monsters van te voren electrolyt-vrij waren gemaakt.

<sup>64)</sup> S. ODEN, Int. Mitt. Bodenk. 5, 276, 1915, toonde experimenteel aan, dat in suspensies tot 1 gewichtsprocent de deeltjes onafhankelijk van elkaar vallen. Hiervoor vergeleek hij de resultaten van suspensies met een verschillend gehalte aan vaste deeltjes. Dit moet dus eveneens nog voor iets geconcentreerder suspensies gelden, aangezien binnen de foutengrenzen en bij volledige peptisatie er geen verschil in resultaten bestaat, of nu van 10, 20 of 30 gram grond per liter wordt uitgegaan, hetgeen niet alleen door mijzelf, maar eveneens door tal van andere onderzoekers is aangetoond. Gelijke resultaten bij concentraties van 10, 20 en 30 gram per liter worden immers zelfs als een bewijs voor volledige peptisatie opgevat.

$$\text{of dus } R = \sqrt[3]{\frac{1000 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot 2,675}{20}} = 8,25 r \dots 20$$

Dit wil dus zeggen, dat, indien de deeltjes bolvormig zijn, de middelpunten zich slechts 8,25 r van elkaar bevinden, als r den straal van deze deeltjes aangeeft. In vergelijking met den afstand, waarop de invloed van den wand merkbaar is, zijn deze afstanden zeker niet groot. Men bedenke echter wel, dat in gronden de deeltjes een verschillende doorsnede hebben.

SMOLUCHOWSKI<sup>65)</sup> heeft voor het eenvoudigst denkbare geval, nl. van 2 bollen met gelijken straal, die zich in een medium van oneindige uitgestrektheid bewegen, berekeningen uitgevoerd. Bewegen deze bollen zich evenwijdig aan elkaar, dan is de weerstand van ieder afzonderlijk bij benadering  $\frac{9}{2} r^2 \pi \eta V$  minder geworden dan wanneer slechts 1 bol in die stof aanwezig is.

Hier is V de snelheid van deze bollen en m de onderlinge afstand. Zijn de 2 bollen niet te sterk verschillend in grootte, dan is deze vermindering bij benadering gelijk  $\frac{9}{2} r_1 r_2 \pi \eta V$ , waarin  $r_1$  en  $r_2$  de stralen van deze 2 bollen zijn.

Deze weerstand is dus nu:

$$1 \text{ (gelijke bollen) } w = 6 \pi \eta r V \left( 1 - \frac{9}{12} \frac{r}{m} \right) \dots 21$$

$$2 \text{ (ongelijke bollen) } w = 6 \pi \eta r_1 V \left( 1 - \frac{9}{12} \frac{r_2}{m} \right) \text{ resp.}$$

$$w = 6 \pi \eta r_2 V \left( 1 - \frac{9}{12} \frac{r_1}{m} \right) \dots 22$$

Indien de onderlinge afstand der bollen (gelijke doorsnede)  $m = 8,25 r$  is, is dus

$$w = 6 \pi \eta r V \left( 1 - \frac{9}{12} \cdot \frac{r}{8,25r} \right) = 6 \pi \eta r V (1 - 0,081) \dots 23$$

Indien dus slechts 2 bollen aanwezig waren, zou dit een merkbaren invloed op de bezinkingssnelheid uitoefenen; gesteld althans, dat de aangegeven formules juist zijn.

Bij het bovenstaande is het van belang op te merken, dat de deeltjesgrootte voor een bepaalde bezinkingssnelheid volgens bovenstaande formule berekend kleiner is dan die berekend volgens de Wet van STOKES, in tegenstelling met bijna alle andere factoren, die de Wet van STOKES beïnvloeden, waarbij, indien nu de Wet van STOKES wordt toegepast, juist een te kleine doorsnede wordt berekend.

Voor het geval twee bollen zich achter elkaar door de vloeistof bewegen, heeft SCHMOLUCHOWSKI berekend, dat in de verbindingslijn van deze twee

<sup>65)</sup> M. v. SCHMOLUCHOWSKI: Anzeiger d. Akad. d. Wiss. Krakau 32, 1911.

bollen en in de richting van de achterblijvende naar de voorste bol een kracht werkt, die bij benadering is weer te geven door

$$1 \text{ (gelijke bollen)} \quad \frac{9 r^2 \pi \eta V \cos \varphi}{2 m^2} \dots \dots \dots 24$$

$$2 \text{ (ongelijke bollen)} \quad \frac{9 r_1 r_2 \pi \eta V \cos \varphi}{2 m^2} \dots \dots \dots 25$$

Hierin geeft  $\varphi$  den hoek tussehen de bewegingsrichting en de verbindingslijn van de bollen aan.

Ook in dit geval wordt bij toepassing van de Wet van STOKES een te groote doorsnede berekend<sup>66)</sup>.

In het geval dat  $R = 8,25 r$  volgt hieruit, dat

$$V = \frac{w}{6 \pi \eta r (1-0,08)} \dots \dots \dots 25a$$

Ook met behulp van deze formule wordt een afwijking van de Wet van STOKES van dezelfde grootte-orde verkregen.

De onderlinge invloed, die de deeltjes in een suspensie (die zich in een vat van de gebruikelijke afmetingen bevindt) op de bezinkingssnelheid uitoefenen en waarbij tevens met alle bovengenoemde factoren (de afmetingen van deze deeltjes zijn in ons geval bovendien zeer ongelijk) rekening wordt gehouden, kan niet in een formule tot uiting worden gebracht, zoodat de resterende invloed daarvan niet is na te gaan.

Hoe deze invloed ook moge zijn; uit practische ervaringen blijkt echter, zooals reeds is aangetoond, dat voor verdunde suspensies — in elk geval voor 30 gram per liter — de wederzijdsche beïnvloeding gering is. Men vergete bovendien niet, dat bijv. de volgende factoren ook een zekeren invloed uitoefenen, zooals het feit, dat de deeltjes geen zuivere bollen zijn en niet volkomen glad zijn, verder de nog aanwezige invloed van den wand van het vat, enz. Een zekere, onderlinge compensatie van de bovengenoemde invloeden zal zeker optreden.

Overigens dient men natuurlijk te controleeren, dat geen ortho- of perikinetische coagulatie optreedt. Volgens TUORILA<sup>67)</sup> kan men vaststellen of een dergelijke coagulatie tijdens de bezinking der suspensie al of niet optreedt door 2 analyses uit te voeren. Deze moeten zoowel wat betreft de concentratie van de vaste deeltjes, als wat betreft de diepte onder den vloeistofspiegel, waar de concentratie bepaald wordt, verschillend zijn. Worden de resultaten van de bepaling daardoor niet beïnvloed, dan is geen coagulatie opgetreden.

De Wet van STOKES geldt verder alleen, indien één bolvormig deeltje zich in een stilstaande vloeistof bevindt. Overigens geldt dat ook voor andere

<sup>66)</sup> Over deze formules gaf OSEEN (Arkiv. f. Mat. Astr. o. Fysik 7, Nr. 33, 1911) een critiek, waarop door SCHMOLUCHOWSKI werd geantwoord (Cambr. Int. Math. Congres, 1912).

<sup>67)</sup> P. TUORILA. Kolloid Beih. 24, 1, 1927. Zie ook het boek van GESSNER, 1. c. noot 6, blz. 63 (sub. c).

hieronder nog te bespreken formules. Controle-onderzoekingen over de geldigheid van deze wet worden dan ook zoo verricht, dat een bolvormig deeltje voorzichtig in de betreffende vloeistof wordt losgelaten en dan de bezinkingstijd over een bepaalden weg wordt bepaald. Bij de bepaling van de granulaire samenstelling wordt echter of de suspensie eerst omgeschud, waarna men ze laat bezinken (ATTERBERG-, pipet-, dompellichaam-, areometermethode), of men leidt een vloeistofstroom door het betreffende apparaat (spoelmethode). Ofschoon in het laatste geval de vloeistof in beweging is, zal toch de Wet van STOKES binnen het gebied, waarvoor zij overigens geldig is, geldig blijven, indien de vloeistof in deze vaten lamellair stroomt (geen wervelingen, enz.). KÖHN<sup>68)</sup> toonde echter aan, dat alleen in de nauwere vaten van SCHÖNE, KOPECKY enz., waarbij het cilindrische gedeelte lang genoeg is, deze voorwaarde vrij behoorlijk vervuld is. Treden echter allerlei wervelingen op, dan staat het geenszins meer vast, dat voldoende nauwkeurige resultaten worden verkregen. Desondanks is ons uit eigen ervaringen bekend, dat bijv. ook met het wijdste vat van KOPECKY (fractie < 16  $\mu$ ) toch goede tot vrij goede resultaten zijn te verkrijgen.

Bij die methoden, waarbij men de suspensie, na gehomogeniseerd te zijn, een zekeren tijd laat staan, alvorens op een bepaalde diepte onder den vloeistofspiegel de concentratie van de suspensie te bepalen (met behulp van een pipet, dompellichaam, areometer, enz.), of waarbij men de vloeistof laat wegvloeien (ATTERBERG), zijn bij het begin van de bezinking noch de deeltjes noch de vloeistof zelf in rust. Hierbij zullen dan ook alleen dan voldoende juiste resultaten verkregen worden, indien de bezinkingstijd voldoende groot is, in verhouding tot den tijd, waarop de vloeistof in rust komt. KEEN<sup>69)</sup> merkt hierover op, dat een mathematische analyse van FISHER en ODEN<sup>70)</sup> aantoonde, dat een dergelijke beweging — een neergaande vloeistofstroom in de as van het apparaat en een opgaande vloeistofstroom langs de wanden of omgekeerd — slechts langzaam wegsterft. Voor de pipetmethode, waarvoor wij deze kwestie nader onderzochten, bleek, dat voor suspensies van gronddeeltjes in water de fractie < 30  $\mu$  goed was te bepalen; voor de fractie < 40  $\mu$  was dit niet meer mogelijk. Hierop zal in het volgende hoofdstuk worden teruggekomen. Hier zal worden volstaan met op te merken, dat deze controle geschiedde met subfracties van juist 16—30, 30—40, en 40—50  $\mu$ , in cylinders met een inwendige doorsnede van 6 cm, terwijl op rond 20 cm onder den vloeistofspiegel werd gepipeteerd<sup>71)</sup>. Werd een mengsel van 50 % van de fractie 16—30  $\mu$  en 50 % van de fractie van 30—40  $\mu$  genomen en werd in dit mengsel het gehalte aan de fractie < 30  $\mu$  bepaald, dan werd hiervoor binnen de foutengrenzen inderdaad 50 % gevonden. Voor mengsels bestaand uit 50 % van de fractie van 30—40  $\mu$  en 50 % van 40—50  $\mu$  werd echter niet meer 50 % van de fractie < 40  $\mu$  bepaald, maar een belangrijk daarvan afwijkend gehalte. De oorzaak daarvan schuilt echter mede in het feit, dat van een suspensie van de fractie 16—30  $\mu$  en natuurlijk van alle fijnere fracties

<sup>68)</sup> M. KÖHN, Landw. Jahrb. 67, 485, 1928.

<sup>69)</sup> l. c. noot 8, blz. 43 en 44.

<sup>70)</sup> E. A. FISHER en S. ODEN, Proc. Roy. Soc. (Edin) 44, 98-115, 1923—1924.

<sup>71)</sup> Nauwere cylinders, waarbij op  $\pm 30$  cm onder den vloeistofspiegel werd gepipeteerd, bleken niet alleen niet voordeelig, maar zelfs nadeelig te zijn.

een homogene suspensie is te maken, hetgeen niet meer het geval is voor een mengsel bestaande uit 50 % van de fractie 30—40  $\mu$  en 50 % van de fractie 40—50  $\mu$ . Ditzelfde geldt natuurlijk voor grovere fracties.

Is tenslotte de temperatuur van de suspensie niet voldoende constant en treedt als gevolg daarvan een horizontale temperatuursgradient in de suspensie op, dan ontstaan convectie-stroomden, die vooral voor de fijnere fracties iedere bepaling onmogelijk maken. Er ontstaan dan de bekende lagen met een kennelijk verschillende concentratie. Hiervoor kan worden verwezen naar de publicatie van BERG <sup>72)</sup>, die hierover proeven nam en tevens een overzicht gaf van de literatuur. Voor de bepaling van de fijnere fracties is het dan ook noodzakelijk de cylinders met de suspensie in een thermostaat te plaatsen. Voor iets grovere fracties (fractie < 2  $\mu$ ) wordt in dit laboratorium de cylinder met de suspensie in een bak met water geplaatst, terwijl bij de nog grovere fracties (< 4  $\mu$ , < 8  $\mu$ , enz.) de cylinder met suspensie eenvoudig aan de lucht blijft staan. De bezinkingstijden zijn dan zoo klein, dat de temperatuur gedurende de bezinking practisch constant blijft (minder dan 1° C verandert). Bij de fracties < 8  $\mu$ , < 4  $\mu$  en < 2  $\mu$  wordt de vloeistof namelijk op 5 cm onder den vloeistofspiegel weggepipeteerd. Deze laatste diepte is overigens nog iets afhankelijk van de temperatuur van de suspensie, die voor de fracties < 4  $\mu$  en < 8  $\mu$  telkens vlak voor het homogeniseeren werd bepaald en voor de fractie < 2  $\mu$  gelijk aan het water in de bak werd genomen, waarin ze bovendien voor het homogeniseeren had gestaan om de temperatuur van dit water te verkrijgen.

§ 8. *De viscositeit van de vloeistof mag door de aanwezigheid van de gesuspenderde deeltjes slechts in een te verwaarloozen mate veranderen*

Alvorens nader in te gaan op de vraag, in hoeverre de gesuspenderde deeltjes de viscositeit van de vloeistof veranderen, kan worden opgemerkt, dat de concentratie van de toegevoegde peptisatoren zoo gering is, dat de viscositeit practisch gelijk blijft aan die van zuiver water.

Door de aanwezigheid van gesuspenderde deeltjes verandert echter de viscositeit. DE BRUIN <sup>73)</sup> geeft voor bolvormige deeltjes de volgende formule:

$$\eta_{eff} = \frac{\eta_0}{1 - 2,5 C_v + 1,552 C_v^2} \dots \dots \dots 26$$

waarin  $\eta_{eff}$  de viscositeit van de suspensie,  $\eta_0$  die van de zuivere vloeistof, waarin deeltjes gesuspenderd zijn en  $C_v$  de volume-concentratie voorstellen. De geldigheid van deze formule werd experimenteel bewezen, terwijl volgens DE BRUIN deze formule ook voor anders gevormde deeltjes zou gelden.

Indien de suspensie 20 gram deeltjes bevat met één dichtheid van 2,675 is

$$C_v = \frac{1000}{980} \cdot \frac{20 : 2,675}{1000} = \pm 0,0075 \text{ en dus } \eta_{eff} = 1,019 \eta_0.$$

<sup>72)</sup> l. c. noot 10, blz. 332 e.v.

<sup>73)</sup> H. DE BRUIN, Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas 61, 863, 1942. Zie ook: H. L. BREDÉE, Viscosimetrie der macromoleculaire stoffen, Symposium Structuur en eigenschappen van macromoleculaire stoffen te Utrecht (1943) door de Sectie voor Kolloïdchemie der Ned. Chem Ver.

Aangezien de bezinkingssnelheid omgekeerd evenredig is met de viscositeit, is de doorsnede van de deeltjes berekend volgens de Wet van STOKES en onder de veronderstelling, dat de viscositeit van de suspensie (in water) gelijk is aan die van zuiver water dus hoogstens 1 % te klein, hetgeen te verwaarloozen is. Overigens bedenke men wel, dat, ook al gaat men uit van 20 gram grond per liter, de deeltjes over een meer of minder langen tijd bezinken in een suspensie, waarvan de concentratie meer of minder kleiner is dan 20 gram per liter, doordat een meer of minder groot gedeelte reeds dieper gezonken is dan de beschouwde laag.

Voor niet-bolvormige deeltjes geeft SVEDBERG<sup>74</sup>) nog enkele formules en wel voor staafvormige deeltjes en voor rotatie-ellipsoiden KUHN<sup>75</sup>) en voor gerekte rotatie-ellipsoiden tevens BURGERS<sup>76</sup>). Hieruit volgt, dat tenzij de groote as van deze lichamen zeer veel grooter is dan de kleine as, voor de hier van belang zijnde concentratie van deze deeltjes de viscositeit van de suspensie slechts voor een te verwaarloozen bedrag van die van zuiver water verschilt. Voorzoverre bij gronden plaatvormige of staafvormige deeltjes voorkomen, waarvan de groote as meer dan 10 maal grooter is dan de kleine as, zal het percentage daarvan op den totalen grond vermoedelijk zoo klein zijn, dat de invloed ook van deze deeltjes op de viscositeit te verwaarloozen zal zijn.

§ 9. *De invloed van de diffusie (Brownsche beweging) en van de lading van deeltjes moet te verwaarloozen klein zijn*<sup>77</sup>)

a. De diffusie

Het spreekt wel haast vanzelf, dat de Wet van STOKES alleen dan geldig is, indien de diffusie tengevolge van de Brownsche beweging te verwaarloozen is. Voorzoverre de fijnste fractie, waarvan men het gehalte bepalen wil, grooter is dan bijv.  $0,5 \mu$  kan de invloed van de diffusie (en trouwens ook van de hieronder te bespreken elektrische lading van de deeltjes) zonder meer worden verwaarloosd. Dat, indien men deze diffusie in aanmerking neemt, de Wet van STOKES ook voor kolloidale systemen toegepast kan worden, bewezen verschillende onderzoekers, zoo bijv. reeds NORDLUND<sup>78</sup>) en WESTGRÉN<sup>79</sup>). Dat deze invloed van de diffusie echter ook nog verwaarloosd mag worden, indien de sommatiekromme van gronden en analoog opgebouwde materialen tot deeltjes met een doorsnede van rond  $30 m\mu$  (diffusie)

<sup>74</sup>) F. SVEDBERG en K. O. PEDERSEN, Die Ultrazentrifuge, Dresden und Leipzig, 1940, blz. 39, Zie ook H. L. BREDÉE, l. c. noot 73.

<sup>75</sup>) W. KUHN, Z. physik. chem. Anal. Ed. 4, 12-17 (B) 1932 en Koll. Z. 62, 269-285, 1933.

<sup>76</sup>) J. M. BURGERS, Kon. Ned. Akad. Wet. Verhand., Eerste Sectie, XVI, 113-184, 1938. Deze onderzoeker geeft aan (blz. 162-163), dat de toename van de viscositeit (specifie increase of the viscosity) bij een zeer effectieve Brownsche beweging recht evenredig is met  $M^2$  en bij een weinig effectieve Brownsche beweging recht evenredig is met  $M$ ; de factor

$M = \frac{l}{d}$ , waarin  $l$  de lengte en  $d$  de doorsnede van de gerekte rotatie-ellipsoiden voorstellen.

<sup>77</sup>) Voor de uitvoerige theorieën over deze kwestie: zie het in noot 74 aangehaalde boek van SVEDBERG en PEDERSON en de daarin aangehaalde literatuur.

<sup>78</sup>) J. NORDLUND, Arkiv. för Mat. Astr. och Fysik 9, 13, 1911.

<sup>79</sup>) A. WESTGRÉN, Z. f. phys. Chem 89, 63, 1914.



in het veld van den zwaartekracht wordt bepaald en verder voor deeltjes van zelfs rond 20 m  $\mu$  wat de elektrische lading betreft, bewees BERG<sup>80)</sup> door theoretische beschouwingen. Ook experimenteel, nl. door de bepaling van de granulaire samenstelling in dezelfde suspensie uit te voeren, waarbij in het eene geval de deeltjes bezonken onder invloed van den zwaartekracht en in het andere geval onder invloed van den centrifugaalkracht, bewees hij, dat tot een zekere deeltjesgrootte althans de diffusie geen waarneembaren invloed uitoefent. Aangezien in het laatste geval de bezinkingstijd zoo klein was, dat de diffusie in elk geval verwaarloosd kan worden, terwijl in het andere geval deze bezinkingstijd zoo groot is, dat de diffusie zeker haar invloed kan hebben uitgeoefend, blijkt uit de gelijkheid van de verkregen resultaten, dat bij de practisch voorkomende sommatiekrommen de diffusie geen waarneembaren invloed uitoefent. De kleinste deeltjesdoorsnede, tot waar volgens beide methoden de granulaire samenstelling van gronden of overeenkomstige materialen bepaald is, was rond 40 m  $\mu$ . De fractie kleiner dan omstreeks 40 m  $\mu$  bevatte in vele onderzochte gevallen reeds nooit meer dan 10 % van het uitgangsmateriaal, waarvan de grovere bestanddeelen bovendien reeds door afslippen waren verwijderd. Overigens zal de bepaling van fijnere fracties (vanaf ongeveer de fractie  $< 0,25 \mu$ ) in verband met den bezinkingstijd wel steeds in een centrifugaal veld plaats vinden. Is dit laatste veld niet te zwak, zoodat de bezinkingstijd van de beschouwde deeltjes over den verlangden afstand (1 à 2 cm) niet langer wordt dan bijv. 4 tot 8 uur, dan is deze diffusie in elk geval te verwaarloozen, indien de lengte van de vloeistofkolom althans voldoende groot gekozen wordt. Bij een geschikt gekozen centrifuge kunnen hierbij ook bij een relatief lage omwentelingsnelheid (bijv. 3000 toeren per minuut) zeker fracties van deeltjes met doorsneden tot 20 m  $\mu$  en zelfs nog wel met een nog kleinere, maximale doorsnede, bepaald worden (dichtheid van de vaste deeltjes op 2,675 gesteld; het suspensiemiddel is water).

Ofschoon dus noch de diffusie noch de lading van de deeltjes van belang is voor de bepaling van de granulaire samenstelling, zelfs indien deze tot de fractie  $< 20 \text{ m } \mu$ <sup>81)</sup> wordt voortgezet, lijkt het mij toch juist in enkele groote lijnen dezen invloed van de diffusie en de lading van de deeltjes te behandelen.

Indien geen diffusie optreedt, zal de vloeistof bij een suspensie van deeltjes van alle dezelfde doorsnede na homogeniseering en na een zekeren tijd staan tot een bepaalde diepte onder den vloeistofspiegel helder zijn (concentratie = 0), terwijl daaronder de concentratie gelijk is aan de oorspronkelijke concentratie (zie figuur 2<sup>82)</sup>). Daartusschen treedt een scherp scheidingsvlak op. Aangezien echter steeds diffusie optreedt tengevolge van de warmtebeweging der moleculen van het suspensiemiddel, zal dit grensvlak meer of

<sup>80)</sup> I. c. noot 10, blz. 192—212. De concentratie van den peptisator moet echter grooter dan 0.001 M zijn, wil in bovengenoemd geval de elektrische lading te verwaarloozen zijn.

<sup>81)</sup> Tot deeltjes met doorsneden van 40 m $\mu$  is dit dus experimenteel bewezen, indien de deeltjes onder invloed van den zwaartekracht bezinken. Hier wordt echter bedoeld, dat de bezinking onder invloed van de centrifugaalkracht plaats vindt.

<sup>82)</sup> In figuur 2 is de concentratie aangegeven door de dichtheid van arceering. Bij gelijkblijvende concentratie blijft de afstand van de strepen dus dezelfde.

minder vervagen. Hebben deze deeltjes overigens een voldoende groote doorsnede, zoodat zij voldoende snel bezinken, dan blijft dat grensvlak (practisch) een scherp afgeteekend vlak.

Treedt diffusie op, dan staan de bezinkende deeltjes niet alleen onder

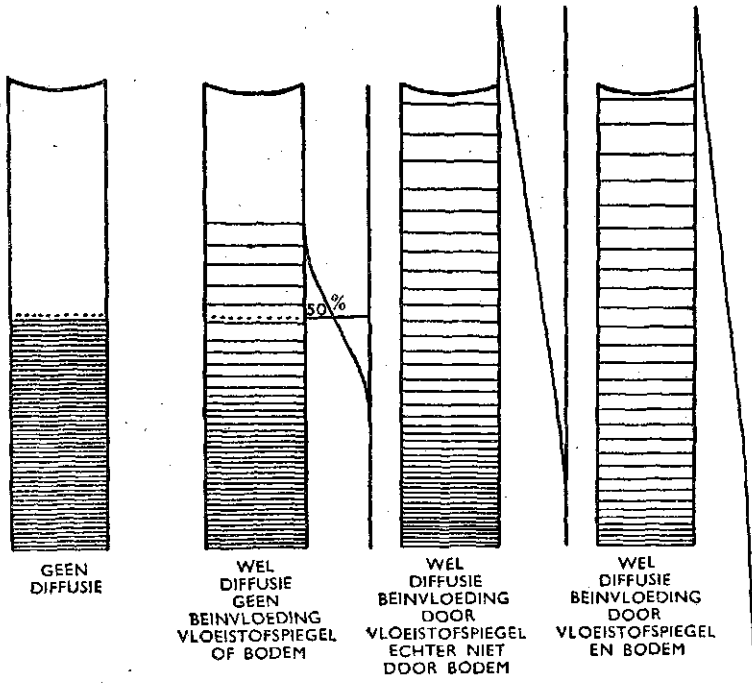


Fig. 2.

invloed van den zwaartekracht en van den weerstand tijdens het bezinken, maar ook onder invloed van een diffusiekracht ter grootte van

$$-\frac{R T}{N} \frac{\partial \ln c_{ht}}{\partial h} \dots \dots \dots 26$$

waarin R de gasconstante, T de absolute temperatuur, N het getal van Avogadro,  $c_{ht}$  de concentratie van de suspensie op de diepte h onder den vloeistofspiegel na den tijd t voorstellen.

Binnen het gebied, waar de Wet van Stokes overigens geldig is, is dus nu

$$6 \pi r \eta V = \frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g - \frac{R T}{N} \frac{\partial \ln c_{ht}}{\partial h} \dots \dots \dots 27$$

Nemen we nu aan, dat de deeltjes zoo snel sedimenteeren, dat de invloed van den vloeistofspiegel verwaarloosd kan worden, terwijl de afstand tusschen den bodem van het vat en het vlak, waar het grensvlak tusschen het zuivere suspensiemiddel en de suspensie zou liggen, indien geen diffusie zou optreden, zoo groot is, dat de invloed van den bodem van het vat verwaarloosd kan

worden, dan kan de volgende benaderende vergelijking voor de diffusie worden gebruikt <sup>83)</sup>, nl.,

$$c_{ht} = \frac{C_0}{2} \left( 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-y^2} dy \right) = \frac{C_0}{2} (1 - \Phi(y)) \dots 28$$

Hierin is  $c_0$  de oorspronkelijke concentratie van de homogene suspensie

$$y = \frac{z}{2\sqrt{Dt}}, \quad D = \frac{RT}{6\pi\eta Nr} \text{ en } z = h' - h \text{ of dus } y = z \sqrt{\frac{3\pi\eta Nr}{2RTt}}$$

Verder is  $D$  de diffusie constante en  $t$  de tijd in seconden.

De functie

$$\Phi(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-y^2} dy. \dots 29$$

is de zoogenaamde waarschijnlijkheidsintegraal.

Uit den aard der zaak is  $\Phi(y) = 0$  voor  $y = 0$ , terwijl  $y = 0$ , indien  $z = 0$ . Dit laatste beteekent, dat de concentratie op de diepte ( $h'$ ), tot waar de betreffende deeltjes *zonder de diffusie* onder den vloeistofspiegel zouden zijn gezonken, de helft is van de oorspronkelijke concentratie. Het bovenstaande wil immers niets anders dan het volgende zeggen: De invloed van de diffusie werkt tegengesteld aan den zwaartekracht. Tengevolge van de verschillende warmtebeweging van de diverse moleculen van het suspensiemiddel zullen de verschillende deeltjes echter meer of minder in de bezinking gehinderd worden. Dit wil dus zeggen, dat onder het vlak (vlak I), tot waar de deeltjes afkomstig uit den vloeistofspiegel zouden zijn gezonken, indien geen diffusie optreedt, de concentratie kleiner moet zijn dan de oorspronkelijke concentratie, zij het dan ook, dat dit verschil des te kleiner wordt, naarmate men een vlak dieper onder het eerstgenoemde vlak I beschouwt. Daarentegen is de concentratie boven vlak I nu niet nul. Wel neemt deze concentratie af, naarmate het vlak, waarin men de concentratie beschouwt, verder boven vlak I ligt. Aangezien de deeltjes, die zich na een bepaalden bezinkingstijd <sup>84)</sup> boven vlak I bevinden, uit de lagen onder vlak I ontbreken, moet dus de concentratie in vlak I juist 50 % zijn (zie figuur 2; hierin is tevens door een sommatiekromme aangegeven op welke wijze de concentratie van nul tot de oorspronkelijke concentratie verandert).

Nu kan de lengte  $l$  van het gedeelte ter weerszijden van vlak I, waarin (boven vlak I) zich een niet te verwaarloozen hoeveelheid deeltjes bevindt resp. (onder vlak I), waarin de concentratie nog in een niet te verwaarloozen mate van de oorspronkelijke concentratie van de homogene suspensie afwijkt, meer of minder lang zijn. Deze lengte is afgezien van andere omstandigheden des te grooter, naarmate de deeltjes kleiner zijn. De formule 28 geldt nu onder de omstandigheden, dat  $l$  zoo klein, of de vloeistofkolom zoo lang is, dat

<sup>83)</sup> Zie F. SVEDBERG en H. RINDÉ, J. Amer. Chem. Soc. 45, 2677, 1924. Zie ook: BERG l. c. noot 10, blz. 193 e.v.

<sup>84)</sup> Deze is hier zoo lang verondersteld, dat een diffusie-evenwicht is ingetreden. In de practijk zal dit, tenzij men de omstandigheden daarvoor gunstig kiest, meestal niet het geval zijn.

noch de vloeistofspiegel noch de bodem geraakt worden. Men kan dat ook aldus uitdrukken, dat ter weerszijden van vlak I het gebied, waar de concentratie in een niet te verwaarloozen mate van nul afwijkt (boven vlak I) resp. waar de concentratie in een niet te verwaarloozen mate van de oorspronkelijke concentratie afwijkt (beneden vlak I), tusschen den vloeistofspiegel en den bodem inligt en de bezinking overigens ook snel genoeg plaats vindt, dat vlak I snel genoeg daalt, dat tijdens deze bezinking de vorming van het bovengenoemde gebied niet door den vloeistofspiegel gehinderd wordt.

Is dit wel het geval, dat wil zeggen, zou het betreffende gebied ter weerszijden van vlak I buiten den vloeistofspiegel en (of) den bodem uitsteken, indien deze niet aanwezig waren (dit is in fig. 2 door de sommatiekromme bij de twee rechtsgelegen figuren aangegeven), dan beïnvloedt de vloeistofspiegel en (of) de bodem van het vat de diffusie. MASON en WEAVER<sup>85)</sup> hebben voor het geval, dat de vloeistofspiegel en (of) de bodem de diffusie beïnvloeden (beïnvloedt) de vergelijkingen opgesteld, die dus analoog zijn aan die van vergelijking 28, echter veel ingewikkelder van bouw zijn<sup>86)</sup>. Op deze vergelijkingen zal niet verder worden ingegaan, maar naar de oorspronkelijke literatuur of naar BERG<sup>87)</sup> verwezen worden.

Zoowel vergelijking 28 als de bovengenoemde vergelijkingen van MASON en WEAVER gelden voor bolvormige deeltjes van alle denzelfden straal. Men zal zich nu afvragen hoe deze diffusie in een heterodisperse suspensie verloopt.

In dat geval kan, in analogie met de door SVEDBERG en RINDE<sup>88)</sup> gebruikte methode voor goudsolen, de volgende methode worden toegepast:

Het beschouwde materiaal wordt daarbij in een voldoende groot aantal fracties 1, 2, 3 . . . . . n verdeeld gedacht. Deze fracties zijn zoo klein, dat binnen iedere fractie de korrels als even groot mogen worden opgevat. De gehalten van deze fracties uitgedrukt als gedeelten van de totaal aanwezige korrelmassa, of dus de gehalten van deze fracties uitgedrukt als gedeelten van de oorspronkelijke concentratie van de geheele korrelmassa, zijn bijv.

$q_1, q_2, q_3 \dots q_n$ .

Men kan nu volgens de Wet van STOKES een waarde van  $h'$  overeenkomend met een gegeven bezinkingstijd  $t$  voor iedere fractie berekenen. Met behulp van vergelijking 28 is nu voor iedere fractie, bijv. voor de  $n^{\text{de}}$  fractie, het gedeelte  $F_{n,h,t}$ , die de concentratie van deze fractie op de diepte  $h$  en op den tijd  $t$  van de oorspronkelijke concentratie van deze fractie uitmaakt te berekenen. Indien men nu op de diepte  $h$  de aldaar optredende concentratie  $c_{ht}$  bepaald heeft, dan is dus blijkbaar:

$$\frac{c_{ht}}{c_0} \approx \sum_{n=1}^{n=n} F_{n,h,t} \cdot q_n \dots \dots \dots 30$$

<sup>85)</sup> M. MASON en W. WEAVER, Physic. Rev. 23, 412, 1924.

<sup>86)</sup> De bodem van het vat heeft geen invloed als op zekere diepte onder vlak I de concentratie slechts in een te verwaarloozen wijze van de oorspronkelijke concentratie afwijkt.

<sup>87)</sup> I. c. noot 10, blz. 194 e.v.

<sup>88)</sup> T. SVEDBERG en H. RINDE, J. Amer. Chem. Soc. 46, 2677, 1924.

Hierin is  $c_0$  de oorspronkelijke concentratie van de homogene suspensie van het geheele materiaal. Verder is dit materiaal in  $n$  fracties verdeeld.

De bovenbeschreven methode komt dus neer op de berekening van de concentratie op een bepaalde diepte onder den vloeistofspiegel na een zekeren bezinkingstijd van iedere fractie afzonderlijk, welke concentraties dan worden opgeteld.

Bepaalt men nu op  $n$  diepten na denzelfden bezinkingstijd de concentratie, dan kan de korrelverdeling met in achtmeling van de diffusie worden berekend, aangezien dan  $n$  vergelijkingen met  $n$  onbekenden bekend zijn.

Het behoeft geen betoog, dat deze methode reeds zeer tijdrovend is, indien de vergelijking 28 kan worden toegepast en dit in nog versterkte mate het geval is, indien de vergelijkingen van MASON en WEAVER moeten worden gebruikt. BERG <sup>89)</sup> past dan ook een benaderende methode toe, waarbij hij verschillende sommatiekrommen in aanmerking nam.

Het resultaat daarvan werd reeds medegedeeld, nl. dat voor de bepaling van de sommatiekromme tot deeltjes tot  $30 \mu$  de diffusie mag worden verwaarloosd, d.w.z. de invloed daarvan kleiner is dan de analysefout. *Dat dit het geval is, hangt dus samen met het feit, dat de deeltjesgrootte in het betreffende materiaal (zoals bijv. een grond) continue verandert en de gehalten van de fijnste fracties dus relatief gering zijn* <sup>90)</sup>

De boven aangegeven beschouwingen en vergelijkingen gelden voor het geval, dat de diffusie volledig is ingetreden. Bij gebruik van een centrifuge kunnen de omstandigheden zoo gekozen worden, dat ook bij de bepaling van de sommatiekromme tot deeltjes van nog kleinere doorsneden de diffusie te verwaarlozen is, aangezien de bezinkingstijd te kort is, dat de diffusie in een voldoende mate heeft kunnen plaatsvinden om van invloed te kunnen zijn.

Verder gelden de bovengenoemde vergelijkingen en beschouwingen alleen voor bolvormige deeltjes. Wat de invloed van de Brownsche beweging op ellipsoiden betreft, noemt SVEDBERG <sup>91)</sup> de onderzoekingen van HERZOG, ILLIG en KUDAR <sup>92)</sup> en van PERRIN <sup>93)</sup>, waarbij zowel uitgerekte als platte ellipsoiden worden beschouwd <sup>92a)</sup>. Ofschoon daardoor de diffusie meer of minder belangrijk kan worden beïnvloed — deze verandering ten opzichte van bolvormige deeltjes is des te grooter, naarmate de vorm meer van een bol afwijkt — wordt daardoor de bovengenoemde conclusie waarschijnlijk niet veranderd. In de eerste plaats zal men bij de bepaling van dergelijke fijne fracties, waarbij de diffusie van invloed is, toch practisch steeds een centrifuge benutten, waarbij de omstandigheden zoo gekozen kunnen worden, dat de diffusie voor de, voor grond in aanmerking komende, fracties in elk geval te verwaarlozen is. Overigens bevatten gronden waarschijnlijk slechts voor een klein gedeelte deeltjes met een *sterk* van den bol afwijkenden vorm. Verder onderzocht BERG ook gronden, waarvan een gedeelte van de deeltjes een

<sup>89)</sup> I. c. noot 10, blz. 198 e.v.

<sup>90)</sup> Indien het betreffende materiaal geheel uit deeltjes van dezelfde doorsnede, bijv. van  $30 \mu$  en ook nog grooter, bestaat, is de diffusie zeer zeker niet te verwaarlozen.

<sup>91)</sup> I. c. noot 74, blz. 37.

<sup>92)</sup> R. O. HERZOG, R. ILLIG en H. KUDAR, Z. physik. Chem. A 167, 329—342, 1933.

<sup>93)</sup> F. PERRIN, J. Phys. Rad. VII 7, 1—11, 1936.

<sup>92a)</sup> Zie ook de in noot 76 genoemde literatuur.

sterk van den bol afwijkenden vorm zullen of althans kunnen hebben, terwijl hier tot de reeds aangegeven deeltjesgrootten geen verschillen werden gevonden tusschen de analyses, waarbij de bezinking onder invloed van den zwaartekracht dan wel onder invloed van den centrifugaalkracht plaats vond.

b. De invloed van de elektrische lading van de deeltjes

Wat nu betreft den invloed van de lading van de deeltjes op de bezinkings-snelheid, kan het volgende worden opgemerkt <sup>84)</sup>:

De lading van de deeltjes kan tengevolge van de deeltjesbeweging aanleiding geven tot het ontstaan van potentiaalverschillen, die de bezinking tegenwerken. Dit probleem is door SCHMOLUCHOWSKI <sup>85)</sup> algemeen behandeld en voor onderzoeken van proteïnen bij het gebruik van een ultracentrifuge uitgewerkt door SVEDBERG <sup>86)</sup>, PEDERSON <sup>87)</sup> en TISELIUS <sup>88)</sup>.

Bij gronden en dergelijk materiaal verandert de deeltjesgrootte continue, terwijl de grootte-orde van de lading van de deeltjes slechts in bijzondere gevallen bekend is. Desondanks is het toch wel mogelijk een inzicht in deze kwestie te krijgen, waarvoor de beschouwingwijze van TISELIUS toegepast zal worden.

De concentratie van een suspensie van bolvormige negatief geladen deeltjes met een straal  $r_1$  om zij  $C_1$  (in mol. per liter) en het aantal elektrische ladingen  $z_1$  per deeltje. Voor den peptisator, die uit positieve en negatieve ionen bestaat, zijn deze grootheden  $r_2$ ,  $c_2$  en  $z_2$  resp.  $r_3$ ,  $c_3$  en  $z_3$ , waarbij ook nu deze ionen kogelvormig worden verondersteld. De Wet van STOKES neemt voor de deeltjes en voor de negatieve en positieve ionen nu de volgende vormen aan:

$$6 \pi \eta r_1 v_1 + z_1 E \frac{dU}{dh} = \frac{4}{3} \pi r_1^3 (D_{s1} - D_l) g \text{ (deeltjes)} \dots 31$$

$$6 \pi \eta r_2 v_2 + z_2 E \frac{dU}{dh} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 (D_{s2} - D_l) g \text{ (positieve ionen)}. 32$$

$$6 \pi \eta r_3 v_3 + z_3 E \frac{dU}{dh} = \frac{4}{3} \pi r_3^3 (D_{s3} - D_l) g \text{ (negatieve ionen)} 33$$

Hierin stelt  $\frac{dU}{dh}$  de potentiaalgradiënt in den stationnairen toestand voor;

$E$  is de elementaire lading. Aangenomen is daarbij, dat *alleen de zwaartekracht en elektrische krachten optreden*.

Nu kan de sedimentatiesnelheid van de ionen in vergelijking met die

<sup>84)</sup> Vergelijk het in noot 74 genoemde boek van SVEDBERG en PEDERSON. De hier-na volgende beschouwingen zijn in hoofdzaak ontleend aan de publicatie van BERG, l. c. noot 10, blz. 209 e.v.

<sup>85)</sup> M. VON SCHMOLUCHOWSKI, Anzeigen d. Akad. d. Wiss. (Krakau), 1903, blz. 185.

<sup>86)</sup> T. SVEDBERG, Kolloid Z. Erg. Bd. zu 36, 53, 1925.

<sup>87)</sup> K. O. PEDERSON, Det 4 nordiske Kjenikermøte, Juni 1932, Oslo, 1933, 250.

<sup>88)</sup> A. TISELIUS, Kolloid Z. 59, 306, 1932.

van de gesuspenderde deeltjes verwaarloosd worden, waardoor de vergelijking 32 en 33 zich vereenvoudigen tot:

$$6 \pi \eta r_2 v_2 + z_2 E \frac{dU}{dh} = 0 \text{ (positieve ionen) } \dots \dots \dots 34$$

$$\text{en } 6 \pi \eta r_3 v_3 + z_3 E \frac{dU}{dh} = 0 \text{ (negatieve ionen) } \dots \dots \dots 35$$

De gesuspenderde deeltjes zullen alleen dan een constante bezinkings-snelheid verkrijgen, als  $\frac{dU}{dh}$  zoowel onafhankelijk is van  $h$  als van den tijd  $t$ .

Dit wil zeggen, dat in den stationairen toestand door iedere doorsnede in dezelfde richting evenveel positieve als negatieve elektrische ladingen moeten gaan. Dit wil zeggen, dat

$$v_1 c_1 z_1 E + v_2 c_2 z_2 E + v_3 c_3 z_3 E = 0 \dots \dots \dots 36$$

$$\text{of } v_1 c_1 z_1 + v_2 c_2 z_2 + v_3 c_3 z_3 = 0 \dots \dots \dots 37$$

Nu is  $c_2 z_2 = -c_3 z_3$ , en verder:

$$v_2 = -\frac{z_2 E}{6 \pi \eta r_2} \cdot \frac{dU}{dh} \dots \dots \dots 38$$

$$\text{en } v_3 = -\frac{z_3 E}{6 \pi \eta r_3} \cdot \frac{dU}{dh} \dots \dots \dots 39$$

In eerste benadering is verder:

$$\frac{z_2}{r_2} = -\frac{z_1}{r_1} = \frac{z_3}{r_3} \dots \dots \dots 40$$

aangezien de grootte-orde van de snelheden, waarmede de ionen en de gesuspenderde deeltjes onder invloed van een potentiaal-gradiënt bewegen, voor alle ongeveer dezelfde is (vergelijk FREUNDLICH<sup>99)</sup>).

Hieruit volgt, dat bij benadering dus:

$$v_2 = -v_3 \text{ en } v_1 c_1 z_1 = -2v_2 c_2 z_2 \text{ of } v_2 = -v_1 \frac{c_1 z_1}{2c_2 z_2} \dots \dots 41$$

Verder is

$$\frac{dU}{dh} = -\frac{6 \pi \eta r_2}{E z_2} \cdot v_2 \dots \dots \dots 42$$

Vult men hierin de waarde van  $v_2$  uit vergelijking 41 in, dan ontstaat:

$$\frac{dU}{dh} = \frac{6 \pi \eta r_2 v_1}{E z_2} \cdot \frac{c_1 z_1}{2c_2 z_2} \dots \dots \dots 43$$

Aangezien  $\frac{r_2}{z_2} = -\frac{r_1}{z_1}$  (vergelijking 40), is dus:

$$\frac{dU}{dh} = -\frac{6 \pi \eta r_1 c_1 v_1}{2 E c_2 z_2} \dots \dots \dots 44$$

<sup>99)</sup> H. FREUNDLICH, Kapillarchemie (Leipzig, 1923), blz. 537.

Vult men de vergelijking 44 in vergelijking 31 in, dan ontstaat:

$$6 \pi \eta r_1 v_1 - \frac{z_1 E 6 \pi \eta r_1 c_1 v_1}{2 E c_2 z_2} = \frac{4}{3} \pi r_1^3 (D_{s_1} - D_l) g \dots \dots \dots 45$$

$$\text{of } 6 \pi \eta r_1 v_1 \left( 1 - \frac{z_1 c_1}{2 z_2 c_2} \right) = \frac{4}{3} \pi r_1^3 (D_{s_1} - D_l) g \dots \dots \dots 46$$

Uit vergelijking 46 volgt, dat, indien  $z_1 c_1$  klein is ten opzichte van  $2 c_2 z_2$ , de factor  $\frac{z_1 c_1}{2 z_2 c_2}$  te verwaarloozen is, d.w.z., dat de lading der deeltjes te verwaarloozen is, aangezien dan de Wet van STOKES overblijft. Uit vergelijking 40 ontnemen we nu, dat

$$\frac{z_1}{r_1} = - \frac{z_2}{r_2}$$

Voor den term  $-\frac{z_1 c_1}{2 z_2 c_2}$  van vergelijking 46 kunnen we dus in de plaats stellen:  $+\frac{r_1 c_1}{2 r_2 c_2}$ .

De lading van de deeltjes is dus te verwaarloozen als  $r_1 c_1$  klein is ten opzichte van  $2 r_2 c_2$ , waarin dus  $r_1$  de straal van de deeltjes en  $r_2$  die van het positieve ion is.

Is de dichtheid van de gesuspendeerde deeltjes 2,675, de korreldoorsnede  $20 \text{ m}\mu = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ , of dus  $r = 1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ , de concentratie in Mol/liter  $c_1$  en bevat de suspensie 20 gram per liter, dan is:

$$c_1 = \frac{\text{aantal deeltjes per 20 gram}}{\text{getal van AVOGADRO}} = \frac{20}{\frac{4}{3} \pi (1,0 \cdot 10^{-6})^3 \cdot 2,675 \cdot 6,06 \cdot 10^{23}} = 2,9 \cdot 10^{-6}$$

Wordt  $(\text{COONa})_2$  0,005 M <sup>100)</sup> als peptisator gebruikt, dan is, als de straal van een Na-ion in niet-gehydrateerden toestand rond  $1 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$  en in gehydrateerden toestand  $2,8 \cdot 10^{-8}$  <sup>(101)</sup> is en we veiligheidshalve rekening met den straal van de niet-gehydrateerde Na-ionen houden, de concentratie van het Na-ion:

$$c_2 = 0,005 \times 2 = 0,010.$$

$$z_1 c_1 = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 2,9 \cdot 10^{-6} = 2,9 \cdot 10^{-12}$$

$$2 r_2 c_2 = 2 \cdot 1 \cdot 10^{-8} \cdot 0,010 = 200 \cdot 10^{-12}$$

De verhouding  $\frac{r_1 c_1}{2 r_2 c_2} = \frac{2,9}{200} = 1,5 \%$  of dus te verwaarloozen klein, hetgeen in nog versterkte mate geldt, indien de straal van het gehydrateerd Na-ion in rekening wordt gebracht.

Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat, aangezien het bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden wel nooit noodig zal zijn, om

<sup>100)</sup> Hetzelfde kan afgeleid worden van 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en 0,1 N  $\text{NH}_4 \text{OH}$ , die in de, in de volgende hoofdstukken beschreven, onderzoekingen hoofdzakelijk als peptisator zullen worden gebruikt.

<sup>101)</sup> P. SCHACHTSHABEL, Kolloid Beihefte 51, 199—276, 1940.



het gehalte aan deeltjes kleiner dan een maximale doorsnede van  $20 \text{ m}\mu = 0,02 \mu$  te bepalen, de lading van de deeltjes bij de gebruikelijke concentratie van de peptisatoren verwaarloosd kan worden, terwijl, indien de fractie  $< 20 \text{ m}\mu$  nog bepaald wordt, de diffusie mogelijk zelfs bij bezinking van de deeltjes in het zwaarteveld en in elk geval in het centrifugaalveld onder geschikt gekozen omstandigheden (voldoend lange vloeistofkolom) eveneens verwaarloosd kan worden. Dit wil zeggen, dat voor de bepaling van de geheele sommatiekrommegrèzen, waarbij als eisch wordt gesteld, dat de fractie van de kleinste deeltjes hoogstens 5 tot 10 % van het totaal mag uitmaken, steeds methoden voor massa-onderzoek mogelijk zijn, hetgeen niet het geval zou zijn, indien bijv. met de diffusie rekening zou moeten worden gehouden.

§ 10. *De bezinkingssnelheid mag niet te groot zijn, d.w.z., dat deeltjes van een bepaalde dichtheid, die in een bepaalde vloeistof en bij een bepaalde temperatuur daarvan bezinken, een zekere grens niet mogen overschrijden*

De invloed van de z.g. traagheidstermen in de hydrodynamische grondvergelijkingen wordt steeds grooter, naarmate de bezinkingssnelheid grooter wordt. Deze termen zijn echter bij de afleiding van de Wet van STOKES verwaarloosd, zoodat deze alleen geldig is, als deze traagheidsfactoren verwaarloosd kunnen worden. Men kan ook zeggen, dat de Wet van STOKES geldig is, indien de viscositeit van de vloeistof allen weerstand levert, dien een (bolvormig) deeltje tijdens het bezinken ondervindt. Is dit (bolvormig) deeltje groot genoeg, dan geldt dit niet meer. De grenswaarde (maximale doorsnede) tot waar de Wet van STOKES geldig is, hangt van verschillende factoren af. Naarmate de viscositeit van de vloeistof grooter is, kan het deeltje grooter zijn. Dit is ook het geval, naarmate de dichtheid van het deeltje en van de vloeistof, waarin de deeltjes bezinken, minder verschillend is. ALLAN<sup>102)</sup> toonde aan, dat de Wet van STOKES geldig is zoolang de traagheidstermen verwaarloosd kunnen worden in vergelijking tot de viscositeit van de vloeistof. Dit beteekent dat  $vD_r < \eta$ .

Om de bovenste grens vast te stellen, stelde ALLAN de bovenste grens bij die waarde van  $r$  (= critische straal  $r_c$ ), waarbij  $vD_r = \eta$ .

Uit het bovenstaande volgt, dat  $v = \frac{\eta}{D_r r_c}$ , of, daar  $v = Cr^2$  ( $C$  = rest van de Wet van STOKES), is dus:

$$Cr_c^2 = \frac{\eta}{D_r r_c} \text{ of } r_c = \sqrt[3]{\frac{\eta}{D_r C}}$$

ARNOLD<sup>103)</sup> toonde nu aan, dat de traagheidstermen een niet meer te verwaarloozen grootte verkrijgen bij een straal van 0,6 van den critischen straal. Hieruit volgt, dat voor (bolvormige) deeltjes met een dichtheid van 2,65<sup>104)</sup> in water van 20° C de niet-gecorrigeerde critische straal 0,06 mm

<sup>102)</sup> H. S. ALLAN, Phil. Mag. 50, 323—338 en 519—534, 1900.

<sup>103)</sup> H. D. ARNOLD, Phil. Mag. 22, 755—775, 1911.

<sup>104)</sup> De grovere deeltjes van een grond hebben een geringere dichtheid dan de fijnere deeltjes.

of de diameter 0,12 mm is. De bovenste grens van de Wet van STOKES is onder die omstandigheden  $0,6 \times 0,12 = \text{rond } 0,07 \text{ mm} = \text{rond } 70 \mu$ . Dit is ook ongeveer de bovenste grens, die bij materiaal van een dergelijke dichtheid (gronden) en in water is verkregen.

Nu zijn de Wet van STOKES en de verder hieronder te bespreken formules op twee wijzen gecontroleerd. De eerste en meest exacte bestaat hierin, dat men één bolvormig of anders gevormd deeltje in een bepaalde vloeistof laat bezinken en de bezinkingssnelheid meet. De resultaten van deze onderzoeken zullen hieronder besproken worden. Een tweede contrôle heeft plaats gevonden met suspensies van deeltjes (gronden). Daarover zijn onderzoeken verricht door SCHÖNE<sup>105</sup>), HILGARD<sup>106</sup>), MAYER<sup>107</sup>), OWENS<sup>108</sup>), ATTERBERG<sup>109</sup>), BOSWEL<sup>110</sup>), RICHARDS<sup>111</sup>), ANDREASEN en LUNDBERG<sup>112</sup>) en mogelijk ook nog door andere onderzoekers. Bij de oudere onderzoeken werd echter de temperatuur van de vloeistof niet in aanmerking genomen.

Uit deze onderzoeken blijkt, dat voor deeltjes met een dichtheid van 2,65 en met water als bezinkingsvloeistof de Wet van STOKES geldig blijft tot zelfs deeltjes met een doorsnede van  $88 \mu$  (ANDREASEN en ANDREASEN en LUNDBERG). Bij andere onderzoekers lag deze grens iets lager. Tot een doorsnede van 60 à 70  $\mu$  is deze wet dus in elk geval geldig.

Aangezien deze deeltjes zeker niet zuiver bolvormig, noch volkomen glad zijn, volgt hier dus uit, dat deze factoren bij het onderzochte materiaal een te verwaarlozen invloed uitoefenen; of dat althans de invloed daarvan te zamen met het feit, dat men met een suspensie en niet met één deeltje te doen heeft, kan worden verwaarloosd.

Wordt de bezinkingssnelheid nu te groot, dan is de Wet van STOKES niet meer geldig. Door verschillende onderzoekers werden formules opgesteld, die voor grootere bezinkingssnelheden gelden. Alvorens hierop in te gaan, kan worden opgemerkt, dat twee dimensielooze getallen algemeen in gebruik zijn, welke getallen den stroomingstoestand beschrijven. De diverse formules zullen we hierin dan ook zooveel mogelijk eveneens uitdrukken. Voor bolvormige deeltjes is de z.g. weerstandscoefficiënt  $C_R$  bij definitie gelijk aan:

$$C_R = \frac{2W}{\pi r^2 v^2 D_l} = \text{dimensieloos} \dots\dots\dots 47$$

waarin  $W = \text{de weerstand deeltjes} = \frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l)g$  of bijv. volgens de

Wet van STOKES gelijk is aan  $6 \pi \eta rV$ .

<sup>105</sup>) E. SCHÖNE, Z. f. anal. Chem. 7, 29—47, 1868.  
<sup>106</sup>) E. W. HILGARD, Am. Journal Sci. 6, 288—296 en 333—339, 1873; zie ook: (referaat): Forschungen a.d. Geb. d. Agriculturphysik 2, 57, 1879.  
<sup>107</sup>) M. MAYER: Forschungen a.d. Geb. d. Agriculturphysik 19, 208, 1896.  
<sup>108</sup>) J. S. OWENS, Geog. Journal 37, 59—79, 1911.  
<sup>109</sup>) A. ATTERBERG, Int. Mitt. f. Bodenkunde 2, 312—342, 1912.  
<sup>110</sup>) P. G. H. BOSWEL, A memoir on British Resources of Refractory Sands for Furnaces and Foundry Purpose, Part I (London 1918).  
<sup>111</sup>) B. H. RICHARDS en C. E. LOCKE. A. textbook of ore Dressing, 2 nd ed. New York 1925.  
<sup>112</sup>) A. H. M. ANDREASEN Koll. Z. 43, 175, 1929. A. H. M. ANDREASEN en J. J. V. LUNDBERG, Koll. Z. 49, 48, 1929.

Verder is het Reynoldsgetal  $R_e$  gelijk aan:

$$R_e = \frac{2rvD_l}{\eta} = \text{dimensieloos} \dots\dots\dots 48$$

Om de formule van STOKES in de weerstandscoefficiënt en het Reynoldsgetal weer te geven, bedenken we, dat

$w = 6\pi\eta rv$ , zoodat  $C_R$  volgens STOKES gelijk is aan:

Nu is:

$$C_R = \frac{2w}{\pi r^2 v^2 D_l} = \frac{12\pi\eta rv}{\pi r^2 v^2 D_l} = \frac{12\eta}{rvD_l} \dots\dots\dots 49$$

Verder is:

$$R_e = \frac{2rvD_l}{\eta} \dots\dots\dots 50$$

Hieruit volgt, dat

$$C_R \cdot R_e = \frac{12\eta}{rvD_l} \cdot \frac{2rvD_l}{\eta} = 24 \dots\dots\dots 51$$

zoodat de Wet van STOKES ook kan worden uitgedrukt als:

$$C_R = \frac{24}{R_e} \dots\dots\dots 52$$

Door KRUMBEIN en PETTIJOHN<sup>113)</sup> worden nu verschillende formules genoemd, waarvan sommige niet in de andere handboeken voorkomen.

De bekendste is ongetwijfeld die van OSEEN<sup>114)</sup>. Hij nam ook de z.g. halfkwadratische termen bij de oplossing van de differentiaalvergelijkingen in aanmerking. Hij vond voor den weerstand:

$$w = 6\pi\eta rv \left( 1 + \frac{3}{8} \frac{D_l |v|}{\eta} r \right) \dots\dots\dots 53$$

of in weerstandscoefficiënt  $C_R$  en Reynoldsgetal  $R_e$  uitgedrukt:

$$C_R = \frac{24}{R_e} \left( 1 + \frac{3}{16} R_e \right) \dots\dots\dots 54$$

In vergelijking 52 is  $W$  gelijk aan  $\frac{4}{3}\pi r^3(D_s - D_l)g$ , hetgeen bij alle verder hieronder te bespreken formules *steeds* het geval is, waarop niet zal worden teruggekomen. Verder is in vergelijking 53  $|v|$  de absolute snelheid (onafhankelijk van het voor-teeken).

GOLDSTEIN<sup>115)</sup> ging van de Oseense weerstandsformule uit, waarin de termen met  $v^2$  zijn verwaarloosd en loste de vergelijking van de complete door OSEEN ingevoerde series op. Hij bepaalde zich echter tot kleine waarden van het Reynoldsgetal. Uitgedrukt in de weerstandscoefficiënt en het Reynoldsgetal luidt deze formule:

<sup>113)</sup> l. c. noot 9.

<sup>114)</sup> C. W. OSEEN, Ark. Mat. Astron. Fys. 6, No. 29, 1910, 7, Nr. 9—12, 1911 en 9, Nr. 16, 1913.

<sup>115)</sup> S. GOLDSTEIN, Proc. Roy. Soc. London, blz. 225—235, 1929.

$$C_R = \frac{24}{R_e} \left( 1 + \frac{3}{16} R_e - \frac{19}{128} R_e^2 + \frac{71}{2048} R_e^3 \right) \dots 55$$

Voor kleinere  $R_e$ -waarden is het dus niet noodig deze correctie op de formule van OSEEN in aanmerking te nemen. Zooals we nog zullen aantoonen, beteekent de formule van GOLDSTEIN practisch geen verbetering ten opzichte van de formule van OSEEN.

RUBEY<sup>116)</sup> is de meening toegedaan, dat de totale kracht, die op (grootere) deeltjes werkt, de som is van den weerstand ingevolge de viscositeit en de samendrukking van de vloeistof, of dus

$$w = 6\pi\eta rV + \pi r^2 v^2 D_1 \dots 56$$

of in weerstandscoëfficiënt en in Reynoldsgetal uitgedrukt:

$$C_R = \frac{24}{R_e} + 2 \dots 57$$

Het is niet noodig alle onderzoeken, die verricht zijn om de Wet van STOKES en de verdere formules te controleeren, hier te bespreken, aangezien WADELL<sup>117)</sup> alle hem bekende onderzoeken heeft samengevat. Hij gaf alle verkregen resultaten in een dubbel logaritmisch diagram weer, waarvan op de abscis de logaritmen van de Reynoldsgetallen en op de ordinaat de logaritmen van de weerstandscoëfficiënten zijn aangegeven.

Een dergelijk diagram heeft nu de volgende eigenaardigheden:

De Wet van STOKES is dus uit te drukken als  $C_R = \frac{24}{R_e}$  of  $C_R \cdot R_e = 24$ .

Hieruit volgt dat:

$$\ln C_R = \ln 24 - \ln R_e \dots 58$$

$$\text{of } d \ln C_R = - d \ln R_e \dots 59$$

$$\text{of } \frac{d \ln R_e}{d \ln C_R} = -1 = \text{tg } \alpha \dots 60$$

waarin  $\alpha$  de hoek is, die de rechte lijn (lineaire functie), die de Wet van STOKES voorstelt, maakt met de  $\log R_e$ -as. Deze hoek  $\alpha$  is dus  $135^\circ$ . Dit geldt voor alle wetten, voor zooverre  $C_R \cdot R_e = \text{constant}$ . De rechte lijnen, die deze wetten in genoemd diagram aangeven, verlopen dus alle evenwijdig aan elkaar.

In een van zijn publicaties (Physics 1934) toonde WADELL verder het volgende aan:

De breuk  $A = \frac{C_R}{R_e}$  bevat niet meer den straal van de deeltjes<sup>118)</sup>.

<sup>116)</sup> W. W. Rubey, Am. Journ. Sci., 25, 325—338, 1933.

<sup>117)</sup> H. WADELL, J. Franklin Inst. 217, 459—490, 1934; Physics 5, 281—291, 1934; Geol. Fören. Förhandlingar 53, 397—408, 1936.

<sup>118)</sup> Dit geldt ook voor niet-bolvormige deeltjes, indien we voor  $r$  den straal  $r_0$  (overeenkomstige straal) invullen, aangezien  $w$ , onafhankelijk van den vorm van de deeltjes, steeds gelijk is aan  $\frac{4}{3} \pi r_0^3 (D_s - D_l) g$ , waarbij, zooals we verder hieronder zullen zien, in de factoren  $C_R$  en  $R_e$  inplaats van  $r$  de factor  $r_0$  bij wijze van definitie wordt ingevuld.

Immers uit vergelijking 47 en 48 blijkt, dat:

$$\frac{C_R}{R_e} = \frac{2W}{\pi r^2 v^2 D_l} \cdot \frac{\eta}{2r v D_l} \dots \dots \dots 61$$

of daar  $W = \frac{4}{3} \pi r^3 (D_s - D_l) g$ , is dus

$$A = \frac{C_R}{R_e} = \frac{4(D_s - D_l) g \pi}{3 v^2 D_l^2} \dots \dots \dots 62$$

*Dit wil zeggen, dat alle vaste deeltjes van dezelfde dichtheid, onafhankelijk van hun grootte, van hun vorm of van den stand, waarin zij bezinken (zie verder hieronder), dezelfde bezinkingssnelheid in dezelfde vloeistof hebben, indien de breuk A van deze deeltjes dezelfde getallenwaarde heeft.*

Uit vergelijking 62 volgt verder, dat

$$\ln C_R = \ln R_e + \ln A \dots \dots \dots 63$$

of  $\frac{d \ln C_R}{d \ln R_e} = 1 = \text{tg } \alpha' \dots \dots \dots 64$

De hoek, dien deze lijnen in het  $\log C_R$ - $\log R_e$ -diagram<sup>119)</sup> maken met de  $R_e$ -as, is dus  $45^\circ$ . Deze lijnen staan dus loodrecht op de lijnen, waarbij  $C_R \cdot R_e = \text{constant}$ .

Combineeren we verder  $B = C_R \cdot R_e^2$ , dan blijkt uit vergelijking 47 en 48, dat

$$B = C_R \cdot R_e^2 = \frac{32r^3 (D_s - D_l) D_l g}{3\eta^2} \dots \dots \dots 65$$

Hieruit volgt, aangezien  $v$  niet in vergelijking 65 voorkomt:

*Alle deeltjes met dezelfde dichtheid, die in de zelfde vloeistof bezinken, hebben onafhankelijk van hun vorm, van den stand, waarin zij bezinken en van de bezinkingssnelheid, denzelfden straal, resp. voor niet-bolvormige deeltjes denzelfden overeenkomstigen straal (= zelfde volume), indien het product B van deze deeltjes dezelfde getallenwaarde heeft*

Uit  $B = C_R \cdot R_e^2$  volgt, dat

$$\ln C_R = \ln B - 2 \ln R_e \dots \dots \dots 66$$

of  $\frac{d \ln C_R}{d \ln R_e} = -2 = \text{tg } \alpha'' \dots \dots \dots 67$

Dat wil zeggen, dat de hoek, dien deze lijnen in het  $\log C_R$ - $\log R_e$ -diagram met de  $R_e$ -as maken, gelijk is aan rond  $116^\circ 34'$ .

—WADELL trok nu door alle punten in het  $\log C_R$ - $\log R_e$ -diagram, die dus telkens het resultaat van één bezinkingsproef van een bolvormig deeltje aangeven<sup>120)</sup>, een kromme. Met behulp van statistische beschouwingen berekent hij nu een empirische kromme, die de geringste afwijking met de

<sup>119)</sup> Voor gewone logaritmen geldt dit natuurlijk eveneens.

<sup>120)</sup> Voor deze proefnemingen zelf en de literatuur daarover wordt naar de eerste twee in noot 117 genoemde publicaties verwezen.

bovengenoemde punten gaf en die voor bolvormige deeltjes van een Reynolds-getal van omstreeks 0,3 tot 10 000 geldt, zij het dan ook, dat voor  $R_e$ -waarden groter dan  $\pm 3500$  de kromme zich iets van de werkelijk gemeten punten verwijdert. De afwijking van deze empirische kromme van de rechte lijn, die de Wet van STOKES aangeeft, wordt aangegeven door:

$$\frac{C_{RW}}{C_{RSt}} = 1 + 0,08 (R_{eSt})^{0,69897} \dots \dots \dots 68$$

en  $\frac{R_{eW}}{R_{eSt}} = 1 + 0,08 (R_{eSt})^{0,69897} \dots \dots \dots 69$

In vergelijking 68 en 69 stellen  $C_{RW}$  en  $C_{RSt}$  de weerstandscoefficienten van de vergelijking van WADELL en van STOKES voor;  $R_{eW}$  en  $R_{eSt}$  de overeenkomstige Reynoldsgetallen, terwijl de exponent 0,69897 (= log 5) door statistische methoden uit de gegevens werd afgeleid<sup>121</sup>). Voor kleine waarden van  $R_e$  gaat deze formule dus (practisch) over in de Wet van STOKES, zij het ook, dat door het niet-corrigeren van den invloed van den wand de formule van OSEEN bij  $R_e$ -getallen van 0,2 tot 0,3 en bij  $R_e$ -getallen kleiner dan  $\pm 0,2$  de Wet van STOKES juister is dan de empirische formule.

Al deze formules zijn nu in diagram 1 (log  $R_e$ -log  $C_R$ -diagram) weergegeven. Voor de formule van WADELL gaan we daarbij dus uit van een bepaalde  $R_e$ -waarde (bijv. 10). We berekenen nu volgens de Wet van STOKES

( $C_{RSt} = \frac{24}{R_{eSt}}$ ) de  $C_{RSt}$ -waarde (in dit geval dus behorende bij  $R_{eSt} = 10$ ) en vermenigvuldigen deze met  $[1 + 0,08 (R_{eSt})^{0,69897}]$ , (waarin in het gegeven voorbeeld  $R_{eSt} = 10$ ). Evenzoo berekenen we met behulp van de vergelijking 69  $R_{eW}$  (in het gegeven voorbeeld voor  $R_{eSt} = 10$  te stellen). De aldus berekende waarden van  $R_{eW}$  en  $C_{RW}$  behoren bij elkaar en kunnen dus in het diagram 1 tegen elkaar uitgezet worden.

In tabel 5 zijn verder voor opklimmende  $R_e$ -getallen de  $C_R$ -waarden volgens de verschillende formules berekend. Hierbij werd uitgegaan van  $R_e$ -waarden, die volgens de formule van WADELL (formule 69) werden berekend, waarbij dan tevens volgens formule 68 de bijbehorende  $C_R$ -waarden volgens de formule van WADELL waren berekend. Voor deze in tabel 5 aangegeven  $R_e$ -waarden werden nu de  $C_R$ -waarden volgens de overige formules berekend, waardoor dus een directe onderlinge vergelijking mogelijk is. Ofschoon de waarnemingen, op grond waarvan WADELL zijn empirische formule heeft afgeleid, niet gecorrigeerd zijn voor den invloed van de wanden van het vat, is deze invloed in elk geval tot  $R_e = \pm 1000$  slechts gering (maximaal  $\pm 2$  à  $3$  %; vergelijk de beide krommen van WADELL<sup>122</sup>), waarbij deze correctie wel en niet is aangebracht. Deze empirische formule kan dan

<sup>121</sup>) Men kan deze wet ook aldus uitdrukken:

$r_w = r_{st} \left\{ 1 + 0,08 (2 r_{st} v_w D l / \eta)^{0,69897} \right\}$ , waarin  $r_w$  den werkelijke straal der deeltjes  $r_{st}$  den straal volgens de wet van STOKES en  $v_w$  de werkelijke bezinkingssnelheid voorstellen. Voor de berekening van  $r_w$  gaan we dus uit van de gegeven bezinkingssnelheid. Met behulp van de Wet van STOKES, berekenen we  $r_{st}$  bij de gegeven bezinkingssnelheid, waarna dus  $r_w$  berekend kan worden.

<sup>122</sup>) I. c. noot 117 (Physics 5, 288, 1934).

TABEL 5

R <sub>e</sub>	Stokes		Oseen		Goldstein		Rubey		Wadell empirisch C <sub>R</sub>
	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %	
0,01003	2392,8	— 0,6	2397,2	— 0,4	2397,3	— 0,4	2394,8	— 0,5	2407,7
0,05049	475,3	— 1,9	479,8	— 1,0	479,76	— 1,0	477,3	— 1,5	484,7
0,1016	236,2	— 3,1	240,7	— 1,3	240,67	— 1,3	238,2	— 2,3	243,8
0,1533	156,6	— 4,2	161,1	— 1,5	161,00	— 1,5	158,6	— 3,0	163,5
0,2052	117,0	— 5,0	121,5	— 1,3	121,39	— 1,4	119,0	— 3,3	123,1
0,3103	77,34	— 6,5	81,85	— 1,1	81,74	— 1,2	79,34	— 4,1	82,75
0,4168	57,58	— 7,9	62,09	— 0,7	61,95	— 0,9	59,58	— 4,7	62,52
0,5246	45,75	— 9,2	50,25	— 0,2	50,08	— 0,6	47,75	— 5,2	50,36
0,6335	37,89	— 10,4	42,39	+ 0,2	42,19	— 0,2	39,89	— 5,7	42,29
0,7436	32,28	— 11,4	36,77	+ 0,9	36,53	+ 0,3	34,28	— 5,9	36,42
0,8547	28,08	— 12,4	32,58	+ 1,7	32,24	+ 0,9	30,08	— 6,1	32,05
0,9668	24,82	— 13,0	29,32	+ 2,4	29,06	+ 1,5	26,82	— 6,4	28,64
1,080	22,22	— 14,0	26,72	+ 3,1	26,43	+ 2,0	24,22	— 6,6	25,92
1,194	20,10	— 15,0	24,60	+ 3,9	24,29	+ 2,6	22,10	— 6,7	23,68
1,309	18,33	— 16,0	22,83	+ 4,6	22,51	— 3,2	20,33	— 6,1	21,82
1,659	14,47	— 18,0	18,97	+ 7,2	18,60	+ 5,1	16,47	— 6,9	17,69
2,259	10,62	— 22,0	15,09	+ 11,0	14,74	+ 8,8	12,62	— 7,0	13,55
3,517	6,824	— 27,0	11,32	+ 21,0	11,78	+ 25,0	8,824	— 6,0	9,379
6,232	3,851	— 36,0	8,349	+ 40,0	9,36	+ 57,0	5,851	— 2,2	5,982
9,182	2,614	— 42,0	7,115	+ 58,0	10,86	—	4,614	+ 2,6	4,497
14,00	1,714	— 43,0	6,216	—	—	—	3,714	+ 11,0	3,360
22,96	1,045	— 57,0	5,538	—	—	—	3,045	+ 24,0	2,449
32,98	0,7277	—	5,228	—	—	—	2,7277	+ 38,0	1,979
55,86	0,4296	—	4,930	—	—	—	2,4296	+ 63,0	1,489
111,6	0,2151	—	4,716	—	—	—	2,2151	—	1,071
179,1	0,1340	—	4,655	—	—	—	2,1340	—	0,8772
300,0	0,08000	—	4,580	—	—	—	2,08000	—	0,7200
849,3	0,02828	—	4,528	—	—	—	2,02828	—	0,5096
1593	0,01507	—	4,515	—	—	—	2,01507	—	0,4248
3580	0,006704	—	4,507	—	—	—	2,006704	—	0,3436
6155	0,003899	—	4,504	—	—	—	2,003899	—	0,3014
9260	0,002592	—	4,502	—	—	—	2,002592	—	0,2743

*Opmerking* : De R<sub>e</sub>-getallen behooren bij die van C<sub>R</sub> volgens WADELL. Voor deze R<sub>e</sub>-waarden zijn de C<sub>R</sub>-waarden volgens de andere formules berekend. De afwijkingen zijn in procenten van de C<sub>R</sub>-waarden volgens de empirische formule van WADELL aangegeven. De horizontale streep in de tabel geeft aan, dat de empirische formule van WADELL voor R<sub>e</sub>-waarden van 0,3 en hooger geldig wordt.

R <sub>e</sub>	Stokes	Oseen		Goldstein		Rubey		Wadell empirisch	
	C <sub>R</sub>	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %	C <sub>R</sub>	Afw. in %
0,01003	2392,8	2397,2	+ 0,18	2397,3	+ 0,19	2394,8	+ 0,08	2407,7	+ 0,6
0,05049	475,3	479,8	+ 0,9	479,76	+ 0,9	477,3	+ 0,4	484,7	+ 2,0
0,1016	236,2	240,7	+ 1,9	240,67	+ 1,9	238,2	+ 0,8	243,8	+ 3,2
0,1533	156,6	161,1	+ 2,9	161,00	+ 2,8	158,6	+ 1,3	163,5	+ 4,4
0,2052	117,0	121,5	+ 3,8	121,39	+ 3,6	119,0	+ 1,7	123,1	+ 5,2

*Opmerking* : De afwijkingen zijn in procenten van de C<sub>R</sub>-waarden volgens STOKES aangegeven.

ook als de beste (zie echter ook hieronder) van alle bestaande formules worden beschouwd, afgezien dan van  $R_e$ -waarden kleiner dan  $\pm 0,2$  (zie hiervoor). In tabel 5 zijn tevens de afwijkingen van  $C_R$ , volgens de andere formules bij dezelfde  $R_e$ -waarden berekend, aangegeven in procenten van de  $C_R$ -waarde volgens de empirische formule van WADELL. Gedeeltelijk werd bij de opstelling gebruik gemaakt van de gegevens in tabel II van het artikel van WADELL<sup>122)</sup>. Voor  $R_e$ -getallen kleiner dan 0,2 zijn ook de afwijkingen van de  $C_R$ -waarde van alle andere formules van de  $C_R$ -waarden volgens de wet van STOKES in procenten van deze laatste aangegeven.

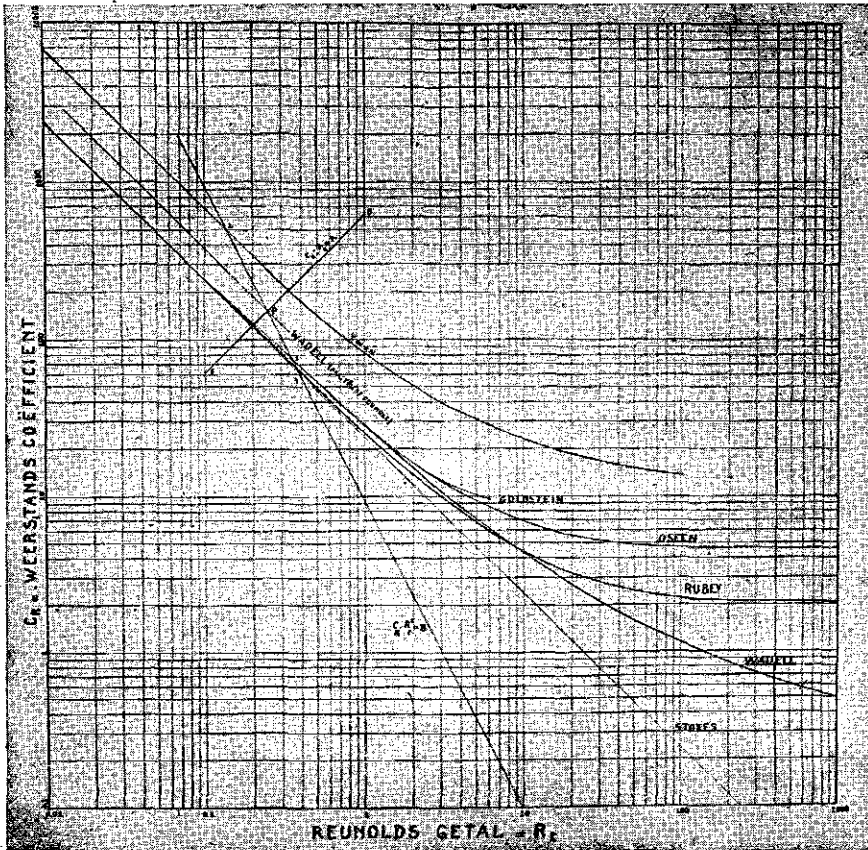


Diagram 1

Uit diagram 1<sup>123)</sup> blijkt nu, dat tot  $R_e = 0,2$  alle formules afgezien van de empirische formule van WADELL praktisch gesproken samenvallen (binnen

<sup>122)</sup> I. c. noot 117 (Physics 5, 288, 1934).

<sup>123)</sup> In diagram I zijn verder nog eenige lijnen aangegeven, die voor ellipsoidvormige deeltjes gelden, waarop later zal worden teruggekomen.



de foutengrenzen van de contrôlemetingen treedt geen verschil op), d.w.z. dat de Wet van STOKES tot omstreeks  $0,2 R_e$  geldig is. Bij  $15^\circ\text{C}$ , voor bolvormige deeltjes met een soortelijk gewicht van 2,65, is de straal  $r$  voor  $R_e = 0,2$  rond  $36 \mu$  of de diameter rond  $70 \mu$ , hetgeen ongeveer dezelfde doorsnede is, die ook reeds eerder als de maximale straal is aangegeven, tot waar zoo ongeveer de Wet van STOKES met een voldoende benadering geldig is. Voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden met water als suspensiemiddel kan dus, afgezien van de afwijking, die tengevolge van de niet-bolvormigheid der deeltjes optreedt, steeds de Wet van STOKES worden toegepast tot een maximale doorsnede der deeltjes van ongeveer  $70 \mu$ .

Uit tabel 5 en diagram 1 volgt verder, dat alle formules slechts over een zeker gedeelte met de empirische formule van WADELL overeenstemmen. Dit wil dus zeggen, dat al deze formules slechts tot zekere  $R_e$ -waarden geldig zijn. Voor de formules van OSEEN, GOLDSTEIN, RUBEY zijn deze maximale  $R_e$ -waarden (afwijking van  $C_R$  minder dan 4%) resp. 1,2<sup>124</sup>); 1,35; 0,3, waaruit volgt, dat de formules van OSEEN en GOLDSTEIN relatief beschouwd tot de grootste  $R_e$ -waarden geldig blijven. De correctietermen van GOLDSTEIN op de formule van OSEEN hebben vrijwel niets te beteekenen; de geldigheid van de formule van GOLDSTEIN strekt zich tot slechts iets hogere  $R_e$ -waarden uit. Tot  $R_e = 1,2$  en groter dan 0,2 verdient de formule van OSEEN dan ook de meeste aanbeveling, aangezien deze de eenvoudigste is en mogelijke verschillen binnen de waarnemingsfouten van de contrôlemetingen liggen en dus toch niet vaststaan. Voor bolvormige deeltjes met een dichtheid van 2,65 in water van  $20^\circ\text{C}$  geldt deze wet dus tot deeltjes met een doorsnede van rond  $120 \mu$ . Verder kan nog worden opgemerkt, dat, indien men een fout van maximaal 7% toestaat ( $V \pm 7\%$  fout of  $r \pm 3,5\%$ ) de formule van RUBEY geldig blijft tot  $R_e = 10$ .

#### § 11. De deeltjes moeten bolvormig zijn (vervolg sub 2)

Over den weerstand, dien niet-bolvormige deeltjes bij een langzame stationaire beweging ondervinden, zijn slechts weinig formules opgesteld. Voorzoverre mij bekend, hebben deze alle (zie echter ook de in noot 76 en 127 genoemde publicaties) betrekking op omwentelings-ellipsoiden. Wel zijn experimenteële onderzoekingen bekend over de bezinkingsnelheden van verschillende gevormde deeltjes, welke onderzoekingen door WADELL<sup>125</sup>) besproken zijn.

Aangezien het ook bij deze formules van belang is, deze uit te drukken in den weerstandscoëfficiënt  $C_R$  en het Reynoldsgetal  $R_e$ , kan worden opge-

<sup>124</sup>) SCHMEDEL, l. c. noot 54, vond echter, dat bij zijn proeven in cylindrs met een doorsnede van 5,8 cm en na aanbrenging van een correctie van den invloed van den wand bij  $R_e$ -getallen groter dan  $\pm 0,95$  reeds grootere afwijkingen van de formule van OSEEN (5-7%) optraden; bij zijn proeven in cylindrs met een doorsnede van 2,7 cm was dit het geval bij  $R_e$ -getallen groter dan 0,7. Bij  $R_e$ -getallen groter dan 0,7 kunnen dus grootere afwijkingen optreden. Toepassing van de empirische formule van WADELL vanaf  $\pm 0,7$ -1,2 geeft geen verbetering, aangezien tot 1,2 deze formules practisch samenvallen. Voor grootere  $R_e$ -getallen moet de empirische formule van WADELL in elk geval worden toegepast.

<sup>125</sup>) l. c. noot 117.

merkt, dat hier het voorstel van WADELL<sup>125</sup>) gevolgd is, waarbij in tegenstelling met wat voor dien tijd gebruikelijk was, de formules 47 en 48 zullen worden toegepast, waarbij nu echter  $r$  vervangen zal worden door  $r_0$  (overeenkomstige straal), d.w.z. door den straal van een bol met hetzelfde volume als het beschouwde deeltje. Hierdoor kan namelijk het gedrag van niet-bolvormige deeltjes beter met dat van bolvormige deeltjes, zooals WADELL terecht opmerkt, vergeleken worden.

De weerstand, dien cirkelvormige schijven met een langzame stationaire beweging ondervinden, is het eerst berekend door OVERBECK<sup>126</sup>) onder overigens dezelfde voorwaarden, waaronder de Wet van STOKES geldig is. Later is ditzelfde probleem nog eens door GANS<sup>127</sup>) behandeld, die deze berekeningen behalve op schijven (feitelijk platte omwentelingsellipsoiden) ook op staafjes (feitelijk uitgerekte ellipsoiden) heeft toegepast, terwijl bovendien de invloed van den stand van deze lichamen tijdens de beweging werd nagegaan.

De formules van GANS zijn nu de volgende:

Voor een stationaire beweging geldt, dat, als  $a$ ,  $b$  en  $c$  de halve assen van de omwentelingsellipsoiden voorstellen, voor de *snelste* beweging, dus voor de platte omwentelingsellipsoiden (in het vervolg schijven genoemd) loodrecht de omwentelingsas en voor de uitgerekte omwentelingsellipsoiden (in het vervolg staven genoemd) evenwijdig met deze omwentelingsas:

$$w = \frac{6 \pi \eta a V}{\partial_a} \dots \dots \dots 70$$

en voor de *langzaamste* (loodrecht de bovengenoemde)

$$w = \frac{6 \pi \eta a V}{\partial_c} \dots \dots \dots 71$$

waarin  $\partial_a$  en  $\partial_c$  ingewikkelde functies van  $\frac{c}{a}$  zijn.

Voor schijven ( $a = b > c$ ) is, als de tweede machten van  $\frac{c}{a}$  te verwaarloozen zijn:

$$\partial_a = \frac{9 \pi}{16} \left( 1 - \frac{8c}{3 \pi a} \right) \dots \dots \dots 72$$

$$\text{en } \partial_c = \frac{3 \pi}{8} \dots \dots \dots 73$$

Voor staven ( $a > b = c$ ) is, als  $\frac{c}{a}$  klein is,

$$\partial_a = \frac{3}{4} \left( 2 \ln \frac{2a}{c} - 1 \right) \dots \dots \dots 74$$

<sup>125</sup>) l. c. noot 117.

<sup>126</sup>) A. OVERBECK, Crelles Journ. 81, 62, 1876; zie ook J. Math. 81, 62, 1876.

<sup>127</sup>) R. GANS, Sitz. Ber. Akad. München (Math. Physik. Klasse), 191, 1911. Zie ook: J. M. BURGERS, Second report on viscosity and plasticity, Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., afdeling Natuurkunde, Eerste Sectie, deel XVI, No. 4, 113 e.v. 1938. Hierin wordt ook de weerstand van cilindrische deeltjes behandeld.

$$\text{en } \delta_c = \frac{3}{8} \left( 2 \ln \frac{2a}{c} + 1 \right) \dots \dots \dots 75$$

In de formule 74 en 75 stelt „ln” de natuurlijke logarithme voor. Voor waarden van a en c, die minder uiteenliggen, heeft GANS de waarden van  $\delta_a$  en  $\delta_c$  voor schijven en staven berekend, welke in tabel 6 zijn aangegeven. Tevens werden door mij hierbij enkele waarden gevoegd voor  $\frac{c}{a}$ , die gelden voor  $\frac{c}{a} = 0,05$  en  $0,025$  en die met behulp van de formules 72—75 zijn berekend, aangezien bleek, dat deze formules voor waarden van  $\frac{c}{a} < 0,1$  met voldoende benadering gelden.

TABEL 6

$\frac{c}{a}$	Schijven $a = b > c$		Staaftjes $a > b = c$	
	$\delta_a$	$\delta_c$	$\delta_a$	$\delta_c$
0,0	1,767	1,178	$\infty$	$\infty$
0,025	$\pm 1,730$	$\pm 1,178$	$\pm 5,823$	$\pm 3,662$
0,05	$\pm 1,692$	$\pm 1,176 \dagger$	$\pm 4,784$	3,142
0,1	1,631	1,174	3,764	2,617
0,2	1,516	1,160	2,799	2,108
0,3	1,418	1,145	2,267	1,815
0,4	1,335	1,125	1,914	1,606
0,5	1,261	1,105	1,662	1,451
0,6	1,196	1,084	1,467	1,326
0,7	1,139	1,063	1,314	1,224
0,8	1,088	1,041	1,191	1,138
0,9	1,041	1,019	1,091	1,063
1,0 *)	1,000	1,000	1,000	1,000

\* Dit zijn dus bollen.  
 † Deze waarde zal iets beter zijn dan 1,178.

Op een wijze, als ook reeds door RINDE<sup>128)</sup> is toegepast, kan de verhouding tusschen den aequivalentstraal<sup>129)</sup> volgens de Wet van STOKES ( $r_{ast}$ ) en de overeenkomstige straal ( $r_o$ ) van deze ellipsoiden<sup>130)</sup> worden berekend, immers is de weerstand volgens de Wet van STOKES:

$$w = 6 \pi r_o \eta V_{st} \dots \dots \dots 76$$

<sup>128)</sup> H. RINDE, The Distribution of the sizes particles in Goldsols. Dissertation, Upsala 1928.  
<sup>129)</sup> De aequivalentstraal is de straal van een bolvormig deeltje van dezelfde dichtheid en met dezelfde bezinkingssnelheid in dezelfde vloeistof.  
<sup>130)</sup> De overeenkomstige straal is de straal van een bol met hetzelfde volume als het beschouwde deeltje; hier dus als de beschouwde omwentelingsellipsoid.

Voor een omwentelingsellipsoid is:

$$w = \frac{6 \pi a \eta V'}{\partial} \dots \dots \dots 77$$

Aangezien  $w$  in beide gevallen gelijk is aan  $\frac{4}{3} \pi r_o^3 (D_s - D_l) g$ , is dus:

$$6 \pi r_o \eta V_{st} = \frac{6 \pi a \eta V'}{\partial} \text{ of } V' = \frac{\partial r_o}{a} V_{st} \dots \dots \dots 78$$

Volgens de Wet van STOKES is verder:

$$r_a^2 = \frac{9 V' \eta}{2 (D_s - D_l) g} \dots \dots \dots 79$$

Vullen we in vergelijking 79 voor  $V' = \frac{\partial r_o}{a} V_{st}$  in, dan ontstaat:

$$r_a^2 = \frac{9 V_{st} \eta}{2 (D_s - D_l) g} \cdot \frac{\partial r_o}{a} \dots \dots \dots 80$$

$$\text{of } r_a^2 = r_o^2 \cdot \frac{\partial r_o}{a} \dots \dots \dots 81$$

$$\text{aangezien } V_{st} = \frac{2 r_o^2 (D_s - D_l) g}{9 \eta}$$

Voor schijven is nu  $\frac{4}{3} \pi r_o^3 = \frac{4}{3} \pi a^2 c$  of  $r_o = \sqrt[3]{a^2 c} \dots \dots \dots 82$

Vergelijking 82 in vergelijking 81 ingevuld, geeft:

$$r_a^2 = r_o^2 \cdot \frac{\partial \sqrt[3]{a^2 c}}{a} = r_o^2 \cdot \partial \sqrt[3]{\frac{c}{a}} \dots \dots \dots 83$$

$$\text{of (Schijven)} \frac{r_o^2}{r_a^2} = \frac{1}{\partial \sqrt[3]{\frac{c}{a}}} \text{ of } \frac{r_o}{r_a} = \frac{1}{\sqrt{\partial \sqrt[6]{\frac{c}{a}}}} \dots \dots \dots 84$$

Van staven is evenzoo  $\frac{4}{3} \pi r_o^3 = \frac{4}{3} \pi a c^2$  of  $r_o = \sqrt[3]{a c^2} \dots \dots \dots 85$

Vergelijking 85 in de vergelijking 81 ingevuld geeft:

$$r_a^2 = r_o^2 \cdot \frac{\partial \sqrt[3]{a c^2}}{a} = r_o^2 \partial \sqrt[3]{\frac{c^2}{a^2}} \dots \dots \dots 86$$

$$\text{of (staven)} \frac{r_o^2}{r_a^2} = \frac{1}{\partial \sqrt[3]{\frac{c^2}{a^2}}} \text{ of } \frac{r_o}{r_a} = \frac{1}{\sqrt{\partial \sqrt[3]{\frac{c}{a}}}} \dots \dots \dots 87$$

In de tabel 7 zijn nu de waarden van  $\frac{r_o}{r_a}$  voor schijven en staven, zoowel bij hun snelste als bij hun langzaamste beweging met behulp van tabel 6 en de vergelijkingen 84 en 87 berekend:

Uit tabel 7 blijkt, dat de factor  $\frac{r_o}{r_a}$  òf gelijk (vrijwel gelijk) is aan 1 òf grooter is dan 1. Hieruit volgt, dat bij een bepaalde bezinkingssnelheid de

overeenkomstige straal gelijk (vrijwel gelijk) aan dan wel grooter is dan de straal berekend volgens de Wet van STOKES en in het gebied, waarin deze wet geldig is. Dit wil zeggen, dat de bezinkingssnelheden, of verschillend of gelijk (vrijwel gelijk) moeten zijn en wel in werkelijkheid kleiner dan of gelijk (vrijwel gelijk) aan die van bolvormige deeltjes. Het is dus volstrekt niet zoo, dat bijv. staafvormige deeltjes, die evenwijdig hun lengterichting bezinken of schijfvormige deeltjes, die op hun kant bezinken, veel sneller zouden zinken dan bolvormige deeltjes, die eenzelfde volume hebben als de beschouwde deeltjes. Integendeel blijken de bolvormige deeltjes als regel de grootste bezinkingssnelheid te hebben.

In het algemeen (behalve waarschijnlijk één uitzondering) kunnen we zeggen, dat als de Wet van STOKES niet toegepast kan worden, de bezinkingssnelheid van de deeltjes in werkelijkheid kleiner is dan uit de Wet van STOKES zou volgen. Dit laatste treedt dus op, indien bolvormige deeltjes zoo snel bezinken, dat de Wet van STOKES niet meer toegepast mag worden; verder indien de invloed van den wand en (of) bodem van het vat niet is te verwaarloozen, enz. Een uitzondering daarop maakt waarschijnlijk de bezinking van een suspensie van deeltjes ten opzichte van de bezinking van één deeltje. Aangezien alle formules voor de bezinking van één deeltje in de betreffende vloeistof zijn afgeleid, vormt in diagram I de lijn, die de Wet van STOKES aangeeft, dan ook de meest naar onderen gelegen lijn; de lijnen, die andere formules aangeven, liggen daar boven of vallen hiermede (practisch) samen.

TABEL 7

$\frac{c}{a}$	Schijven $a = b > c$		Staven $a > b = c$	
	$\frac{r_0}{r_a} (\delta = \delta_a)$	$\frac{r_0}{r_a} (\delta = \delta_c)$	$\frac{r_0}{r_a} (\delta = \delta_a)$	$\frac{r_0}{r_a} (\delta = \delta_c)$
0,025	1,408	1,704	1,418	1,787
0,05	1,266	1,519	1,241	1,531
0,1	1,149	1,355	1,108	1,332
0,2	1,062	1,214	1,022	1,178
0,3	1,026	1,142	0,992	1,109
0,4	1,008	1,098	0,981	1,071
0,5	1,000	1,068	0,977	1,046
0,6	0,998	1,046	0,977	1,030
0,7	0,994	1,029	0,982	1,018
0,8	0,995	1,017	0,987	1,010
0,9	0,998	1,008	0,992	1,005
1,0 *)	1,000	1,000	1,000	1,000

\* Dit zijn dus bollen.

In de tweede plaats blijkt, dat de snelste bezinkingswijze (schijven op hun kant en staven evenwijdig hun langste zijde) minder van die van de bezinkingssnelheid van een bol met hetzelfde volume afwijken dan de langzaamste bezinkingswijze. Hierbij kan worden opgemerkt, dat als de schijven of staven in een stand bezinken, die tusschen de bovengenoemde uitersten

inliggen, de bezinkingssnelheid tusschen deze inligt, hetgeen dus ook geldt voor de waarde van de verhouding  $\frac{r_0}{r_a}$ .

GANS<sup>131)</sup> toonde reeds aan, dat bij een langzame beweging geen draaimoment optreedt. Dit is in overeenstemming met de waarneming. SCHMIEDL<sup>132)</sup> deelt hierover mede, dat uit de waarnemingen blijkt, dat bij een langzame beweging (kleine  $R_e$ -waarden) de schijven — hij nam proeven met schijven; zie hieronder — geen neiging hebben zich in een bepaalden stand hoe dan ook in te stellen. Tijdens de bezinking behouden zij den stand, dien zij bij het begin hadden, welke ligging dus maatgevend is voor de snelheid waarmede zij bezinken. Dit geldt natuurlijk niet voor deeltjes, waarvan het zwaartepunt en het geometrische middelpunt niet samenvallen. Dit laatste geldt evenmin, indien de deeltjes zoo klein zijn, dat zij onderhevig zijn aan een Brownsche beweging. Tijdens de bezinking zullen de deeltjes dan van stand veranderen; er zal echter geen neiging zijn zich in een bepaalden stand in te stellen. Deze Brownsche beweging kan zoo sterk zijn, dat de deeltjes geen bepaalde oriëntering meer hebben. In dat laatste geval — en dit is voor de fijnste grondfracties zeker van belang — zullen de bij staven en schijven in werkelijkheid optredende  $\frac{r_0}{r_a}$ -waarden tusschen de in tabel 7 genoemde uitersten in liggen.

Bij grootere Reynoldsgetallen blijken schijven zich direct horizontaal in te stellen, hoe ook de beginstand van de schijf was. In dit gebied zijn de formules van OVERBECK en GANS niet meer geldig. Bij nog grootere  $R_e$ -getallen treden periodieke schommelingen op. Het middelpunt van de schijven beweegt zich daarbij niet rechtlijnig, terwijl tenslotte bovendien nog schroefvormige bewegingen om een verticale as ontstaan. Voor ons doel is alleen dat gebied van belang, waar de schijven of staven tijdens de bezinking de stand behouden die zij hebben, dus tot  $R_e$ -getallen tot waar ook de Wet van STOKES geldig is, tenzij dus tengevolge van de Brownsche beweging hierin verandering wordt gebracht (zie hiervoor).

Uit tabel 7 volgt verder, dat de verhouding  $\frac{r_0}{r_a}$  of dus de afwijking van de Wet van STOKES des te grooter is, naarmate de afwijking van de deeltjes van den bolvorm grooter is. Hoe groot deze afwijking bij de bepaling van de granulaire samenstelling van grond is, hangt dus af van de grootte van de afwijking van de gronddeeltjes van den bolvorm en van het percentage van ieder gedeelte met afwijkingen van den bolvorm binnen bepaalde grenzen. Hierop zal worden teruggekomen. Hier kunnen we echter reeds constateeren, dat afwijkingen, waarbij de afmeting in de eene richting meer dan  $40 \times$  de afmeting in de andere richting is, wel de uiterste afwijking van den bolvorm in gronden zal zijn (zie hieronder), terwijl de bezinking bovendien niet steeds de langzaamste zal zijn, maar gemiddeld genomen tusschen die van de uitersten in zal liggen. *Door het homogeniseeren zullen dergelijke deeltjes immers,*

<sup>131)</sup> l. c. noot 127.

<sup>132)</sup> l. c. noot 54.

nadat de vloeistof tot rust is gekomen, in alle mogelijke standen bezinken. Zelfs, indien deeltjes dus een schijf- of staafvorm hebben, waarvan de eene afmeting  $40 \times$  zoo groot is als de andere afmeting, zal bij de langzaamste bezinking volgens STOKES een straal berekend worden, die tot den straal van de overeenkomstige bol in een verhouding van 1,70 (schijven) of van 1,79 (staven) zal staan. Deze laatste waarde is minder belangrijk, aangezien de aard van de klei en overige grondmineralen het onwaarschijnlijk maakt, dat staafjes zullen voorkomen. Deze laatste waarde zal dan ook verder buiten beschouwing worden gelaten. Bedenken we verder, dat dit uiterste afwijkingen van den bolvorm zullen zijn en dus gewoonlijk deze afwijkingen veel geringer zullen zijn en dat zelfs, voor zooverre deze voorkomen, hetzij door de Brownsche beweging, hetzij door het homogeniseeren van deze deeltjes, deze afwijking voor deze deeltjes belangrijk kleiner is (nl. voor de beschouwde schijven gemiddeld  $\frac{1,406 + 1,704}{2} =$  rond 1,56; zie tabel 7), dan zal gemiddeld ge-

nomen de afwijking zeker kleiner zijn dan de factor 1,56 aangeeft. Hieruit blijkt dus, dat de invloed van den, van den bolvorm afwijkenden, deeltjesvorm veel en veel geringer is dan waarschijnlijk gedacht werd. Hierop zal nog worden teruggekomen. Dit neemt niet weg, dat kan worden vastgesteld, dat door dezen van den bolvorm afwijkenden deeltjesvorm zeer zeker niet onbelangrijke onnauwkeurigheden in de uitkomsten van de bepaling van de granulaire samenstelling kunnen optreden. Er is echter geen sprake van, dat, als we de Wet van STOKES blijven toepassen in een gebied, waarin deze overigens geldig is, de resultaten van de bepaling van de granulaire samenstelling daardoor onjuist en onbruikbaar zouden worden.

Nu zal men zich wellicht afvragen in hoeverre de door OVERBECK en GANS gegeven formules juist zijn. Dit blijkt volgens SCHMIEDEL<sup>133</sup> erg mee te vallen; althans voor schijven bij hun langzaamste beweging (voor schijven bij hun snelste beweging en voor staven zijn mij geen onderzoekingen bekend). SCHMIEDEL deed namelijk bezinkingsproeven met schijven<sup>134</sup>, waarvan de doorsnede zooveel groter was dan de dikte, dat bij voldoende langzame bezinkingsnelheden de formule van OVERBECK of vergelijking 73 van GANS geldig was. Hierbij bezonken deze schijfjes dus evenwijdig aan hun rotatie-as (langzaamste beweging). In dat geval is immers

$$W = \frac{6 \pi \eta a V}{\delta_c} = 6 \pi \eta a V \cdot \frac{8}{3 \pi} = 16 \eta a V \dots\dots\dots 88$$

Voeren we, zooals WADELL mijns inziens terecht voorstelt, in de weerstandscoëfficiënt en in het Reynoldsgetal voor a den overeenkomstigen straal in, dan hangt de constante C in de functie  $C_R = f\left(\frac{C}{R_e}\right)$  af van de verhouding van de assen van het omwentelingsellipsoid of dus van de verhouding van de dikte tot den straal der schijven. Voor een verhouding  $\frac{c}{a} = 0,0167$ ;

<sup>133</sup>) De proeven werden met werkelijke schijven en niet met afgeplatte omwentelingsellipsoiden verricht.

<sup>134</sup>) l. c. noot 54.

0,025; 0,033 en 0,050, is voor  $r_0$  in deze 3 gevallen resp. in de plaats te stellen:  $c\sqrt[3]{3600}$ ;  $c\sqrt[3]{1600}$ ;  $c\sqrt[3]{900}$  en  $c\sqrt[3]{400}$  en voor  $a$  resp. 60c, 40c, 30c en 20c<sup>185</sup>. In het eerste geval is dus (zie vergelijking 47; voor  $r$  komt  $r_0$  in de plaats):

$$C_R = \frac{2W}{\pi r_0^2 v^2 D_l} = \frac{12 \pi \eta v \cdot c \cdot 60}{\pi v^2 D_l \cdot c^2 \sqrt[3]{3600^2}} \cdot \frac{8}{3 \pi} = \frac{12 \eta \cdot 60}{v D_l \cdot c \sqrt[3]{3600^2}} \cdot \frac{8}{3 \pi} \cdot 89$$

Evenzoo is het Reynoldsgetal (zie vergelijking 48; ook nu komt voor  $r$   $r_0$  in de plaats):

$$R_e = \frac{2v D_l \cdot c \sqrt[3]{3600}}{\eta} \dots \dots \dots 90$$

Uit vergelijking 89 en 90 blijkt, dat voor  $\frac{c}{a} = 0,0167$ :

$$C_R \cdot R_e = 24 \cdot \frac{60}{\sqrt[3]{3600}} \cdot \frac{8}{3 \pi} = 79,75 \text{ of } C_R = \frac{79,75}{R_e} \dots \dots 91$$

Zoo is voor  $\frac{c}{a} = 0,025$ :

$$C_R \cdot R_e = 24 \cdot \frac{40}{\sqrt[3]{1600}} \cdot \frac{8}{3 \pi} = 69,67 \text{ of } C_R = \frac{69,67}{R_e} \dots \dots 92$$

Voor  $\frac{c}{a} = 0,0333$  is

$$C_R \cdot R_e = 24 \cdot \frac{30}{\sqrt[3]{900}} \cdot \frac{8}{3 \pi} = 63,30 \text{ of } C_R = \frac{63,30}{R_e} \dots \dots 93$$

en voor  $\frac{c}{a} = 0,050$  is

$$C_R \cdot R_e = 24 \cdot \frac{20}{\sqrt[3]{400}} \cdot \frac{8}{3 \pi} = 55,30 \text{ of } C_R = \frac{55,30}{R_e} \dots \dots 94$$

OSEEN<sup>186</sup> heeft nu evenals voor bollen de, het probleem beheerschende, differentiaalvergelijkingen tot en met de z.g. halfkwadratische termen opgelost. Hij vond op deze wijze voor schijven (feitelijk platte omwentelingsellipsoiden) in hun langzaamste beweging:

$$w = 16 \eta a V \left( 1 + \frac{D_l a |v|}{\pi \eta} \right) \dots \dots \dots 95$$

waarin  $|v|$  de absolute snelheid voorstelt.

In dimensielooze weerstandscoefficienten en in Reynoldsgetalen luidt deze:

voor  $\frac{c}{a} = 0,0167$ :

<sup>185</sup>) Immers  $\frac{4}{3} \pi a^2 c = \frac{4}{3} \pi r_0^3$  of  $r_0 = \sqrt[3]{a^2 c}$ , zoodat in de bovengenoemde gevallen  $r_0$  gelijk aan resp.  $c\sqrt[3]{3600}$ ;  $c\sqrt[3]{1600}$ ;  $c\sqrt[3]{900}$  en  $c\sqrt[3]{400}$  is te stellen.  
<sup>186</sup>) C. W. OSEEN, Arch. f. Math. u. Phys. 24, 108, 1915.



$$C_R = \frac{79,75}{R_e} \left( 1 + \frac{R_e \sqrt{60}}{2\pi} \right) = \frac{79,75}{R_e} (1 + 0,623 R_e) \dots 96$$

$$\text{voor } \frac{c}{a} = 0,0250$$

$$C_R = \frac{69,67}{R_e} (1 + 0,544 R_e) \dots \dots \dots 97$$

$$\text{voor } \frac{c}{a} = 0,0330$$

$$C_R = \frac{63,30}{R_e} (1 + 0,495 R_e) \dots \dots \dots 98$$

$$\text{voor } \frac{c}{a} = 0,0500$$

$$C_R = \frac{55,30}{R_e} (1 + 0,432 R_e) \dots \dots \dots 99$$

Noemen we deze formules de formules van OVERBECK-OSEEN en die zonder oplossing der half-kwadratische termen: de formules van OVERBECK-GANS, dan blijkt uit de vergelijkingen 96—99, dat voor Reynoldsgetallen van 0,1 de afwijking van de Overbeck-Oseenske formules nog rond 6,2 tot 4,3 % bedraagt. De formules van OVERBECK-GANS kunnen dan ook alleen voor kleine  $R_e$ -getallen worden gebruikt, nl. vanaf Reynoldsgetallen van omstreeks  $\frac{1}{15}$ .

Bij de proefnemingen van SCHMIEDEL<sup>137)</sup> met schijfjes, waarvan hij in het midden van een cilindrisch vat de bezinkingssnelheid bepaalde, indien deze hun langzaamste beweging hadden (bezinken evenwijdig rotatie-as), bleken bij toepassing van de formules van OVERBECK-GANS dus nog afwijkingen van 10—13 % voor te komen bij  $R_e$ -waarden van rond 0,129 tot 0,195<sup>138)</sup>. Bij toepassing van de formules van OVERBECK-OSEEN daalden deze afwijkingen tot 1 à 4 %. Ofschoon geen theorie over den invloed van den wand op de bezinkingssnelheid van dergelijke deeltjes bestaat, nam SCHMIEDEL aan, dat deze invloed gelijk zou zijn aan die van bollen. Bracht hij deze correctie aan volgens de formule van FAXEN<sup>139)</sup>, dan werd overeenstemming binnen de foutengrenzen (0—2 %) bereikt. Hieruit mogen we dus afleiden, dat, indien de invloed van den wand van het vat verwaarloosd kan worden, de formules van OVERBECK-OSEEN en voor voldoende kleine  $R_e$ -getallen de formules van

<sup>137)</sup> l. c. noot 54.

<sup>138)</sup> Er werden ook nog bepalingen verricht met hogere  $R_e$ -getallen, die hier niet besproken zullen worden. Volstaan zal worden met de opmerking, dat de formule van OVERBECK-OSEEN ook geldig bleek voor  $R_e$ -waarden van rond 1,0.

<sup>139)</sup> l. c. noot 52.

OVERBECK-GANS<sup>140)</sup> geldig zijn, zij het dan ook, dat dit alleen bewezen is voor schijven in hun langzaamste beweging, maar voor hun snelste beweging en voor staven in hun langzaamste en snelste beweging wel evenzoo zal gelden. Ofschoon geen theorie ontwikkeld is voor den invloed van den wand voor dezen vorm van de deeltjes, blijkt uit de proefnemingen van SCHMIEDEL wel, dat deze bij schijven in eerste benadering gelijk zal zijn aan die van bollen (met dezelfde doorsnede als de schijven). Uit de beschouwing van dezen invloed bij bollen (zie sub 7) kan dus gemakkelijk worden afgeleid, wanneer deze invloed te verwaarloozen klein is, waarnaar wordt verwezen.

Uit de vergelijkingen 70 en 71 volgt, dat voor schijven en staven, zoolang de Overbeck-Ganssche formules gelden:  $C_R = \frac{C}{R_e}$ , waarin C een getal is. In

het dubbel-logarithmisch  $C_R$ - $R_e$ -diagram zijn al de vergelijkingen (zie de vergelijking 60 en de afleiding daarvan) dus voor te stellen door rechte lijnen evenwijdig aan en boven de lijn gelegen, die de Wet van STOKES voorstelt. Vanaf zekere  $R_e$ -waarden — dus voor een niet te verwaarloozen wijze vanaf  $R_e = \frac{1}{15}$  — buigt dan deze lijn naar boven om. WADELL<sup>141)</sup>, die

ook voor schijven met hun langzaamste beweging deze lijnen uit de experimenteele gegevens heeft afgeleid, vond iets dergelijks. Bovendien bleek, dat voor dezelfde  $\psi$ -waarden (graad van bolvormigheid, zie blz. 2) de punten, die deze waarnemingen in het diagram aangeven, op dezelfde lijn liggen.

Indien bij dezelfde  $\psi$ -waarde de bezinkingsformules voor de langzaamste, snelste en gemiddelde beweging telkens dezelfde zijn, wordt het probleem om den vorm van de deeltjes in aanmerking te nemen in zooverre vereenvoudigd, dat de vorm geen rol meer speelt en dus alleen de  $\psi$ -waarde van belang is. Dit kan met behulp van de Ganssche formule voor omwentelings-ellipsoiden getoetst worden door na te gaan of bij de gestrekte en de afgeplatte omwentelingsellipsoiden en bij hun snelste en langzaamste beweging bij een zelfde  $\psi$ -waarde de  $\frac{r_o}{r_a}$ -waarden dezelfde zijn. Hiertoe is het voldoende

de  $\psi$ -waarden van de serie omwentelingsellipsoiden te berekenen, waarbij de verhoudingen der halve assen  $\frac{b}{a}$ -de waarden hebben zooals deze in tabel 8 zijn aangegeven<sup>141a)</sup>. Hiertoe is het echter noodzakelijk het oppervlak van ge-

<sup>140)</sup> Stellen we als eisch, dat de fout van de weerstandscoefficiënt niet grooter mag zijn dan 5 % — de fout van den overeenkomstigen straal is dan  $\pm 2,5$  % —, dan blijkt uit de formules 97—99 (een verhouding  $\frac{c}{a} = \frac{1}{60}$  zal wel nooit voorkomen), dat  $R_e$  maximaal 0,1 mag zijn, of dus dat voor waterige suspensies van platte ellipsoidvormige deeltjes met een s.g. van 2,65 en bij 15° C de overeenkomstige straal niet grooter mag zijn dan 37  $\mu$ . Aangezien bij de, in de volgende hoofdstukken besproken analyses de straal van de grootste fractie, die door de bezinkingsmethode wordt bepaald 25  $\mu$  is, kan dus de formule in OVERBECK-GANS worden toegepast. De in tabel 7 aangegeven factoren zijn dus met voldoende benadering geldig.

<sup>141)</sup> l. c. noot 117.

<sup>141a)</sup> De halve as b is hier dus, anders dan bij de voorgaande formules, steeds de kleinste halve as.

strekte en afgeplatte omwentelingsellipsoiden te kennen. Is  $a$  steeds groeter dan  $b$ , dan is het oppervlak van een gestrekte omwentelingsellipsoid <sup>142)</sup>:

$$\text{opp} = 4\pi ab \left[ \frac{1}{2} \sqrt{1-k^2} + \frac{1}{2k} \text{bg} \sin k \right] = 4\pi ab B, \text{ waarin } k = \sqrt{\frac{a^2-b^2}{a^2}}.$$

Aangezien de inhoud van deze omwentelingsellipsoid gelijk is aan:  $\frac{4}{3} \pi ab^2$  een bol met denzelfden inhoud een straal  $r_0$  heeft, is dus  $\frac{4}{3} \pi ab^2 = \frac{4}{3} \pi r_0^3$

of  $r_0 = \sqrt[3]{ab^2}$ . Het oppervlak van dezen bol  $= 4 \pi r_0^2 = 4 \pi \sqrt[3]{a^2 b^4} = 4 \pi ab$

$\sqrt[3]{\frac{b}{a}}$ . Hieruit volgt, dat:

$$\psi = \frac{4\pi ab \sqrt[3]{\frac{b}{a}}}{4\pi ab B} = \frac{\sqrt[3]{\frac{b}{a}}}{B}.$$

Het oppervlak van een afgeplatte omwentelingsellipsoid <sup>142)</sup> is:

$$\text{opp} = 4\pi a^2 \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2k \sqrt{1+k^2}} \text{bg} \sinh k \right] = 4\pi a^2 A, \text{ waarin } k = \sqrt{\frac{a^2-b^2}{b^2}}.$$

Aangezien de inhoud van deze omwentelingsellipsoide gelijk is aan  $\frac{4}{3} \pi a^2 b$  en de straal van een bol met denzelfden inhoud  $r_0$  is, is dus:

$$\frac{4}{3} \pi a^2 b = \frac{4}{3} \pi r_0^3 \text{ of } r_0 = \sqrt[3]{a^2 b}.$$

Het oppervlak van dezen bol is  $4\pi r_0^2 = 4\pi \sqrt[3]{a^4 b^2} = 4\pi a^2 \sqrt[3]{\frac{b^2}{a^2}}$ .

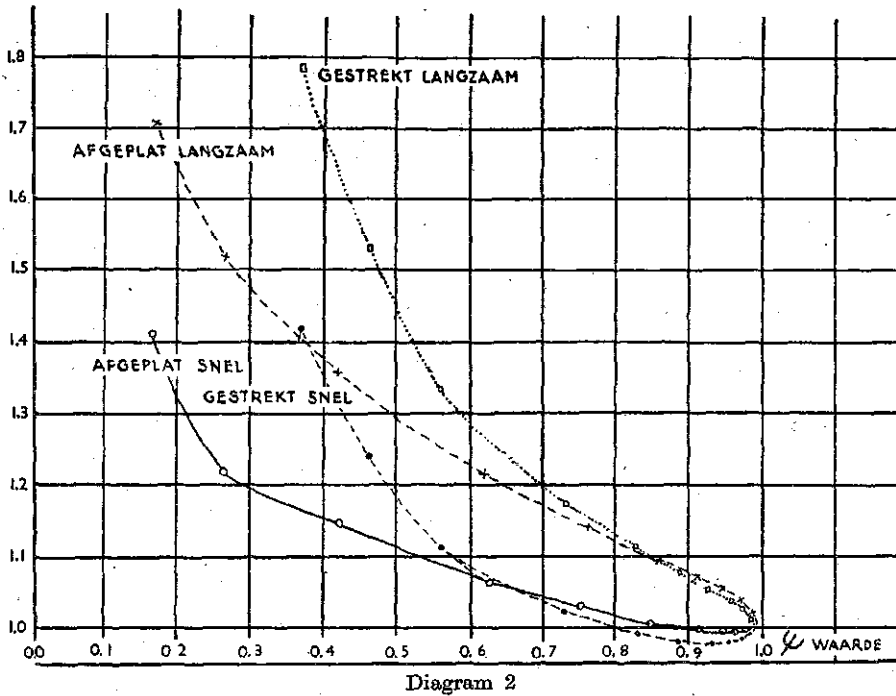
Hieruit volgt, dat

$$\psi = \frac{4\pi a^2 \sqrt[3]{\frac{b^2}{a^2}}}{4\pi a^2 A} = \frac{\sqrt[3]{\frac{b^2}{a^2}}}{A}.$$

In tabel 8 zijn nu voor opklimmende  $\frac{b}{a}$ -getallen de A- en B-waarden en de daarbij behoorende  $\psi$ -waarden berekend, terwijl in deze tabel ook de  $\frac{r_0}{r_a}$ -waarden (zie ook tabel 7) voor de snelste en langzaamste beweging zijn aangegeven.

Uit tabel 8 blijkt, dat bij dezelfde waarde van  $\frac{b}{a}$ , waarbij de  $\frac{r_0}{r_a}$  verhoudingen betrekkelijk weinig verschillen, de  $\psi$ -waarden — vooral bij kleine  $\frac{b}{a}$ -getallen — voor de gestrekte en de afgeplatte omwentelingsellipsoiden aanmerkelijk uiteen kunnen loopen. Dit blijkt nog duidelijker uit Diagram 2, waarin de  $\frac{r_0}{r_a}$ -waarden tegen de  $\psi$ -waarden zijn uitgezet.

<sup>142)</sup> De betreffende formules werden mij medegedeeld door Dr. Ir. J. P. MAZURE, eerste-ingenieur bij den Waterloopkundigen Dienst der Zuiderzeewerken.



Uit Diagram 2 volgt, dat bij dezelfde  $\psi$ -waarde — althans bij kleinere  $\psi$ -waarden — de  $\frac{r_0}{r_a}$ -getallen belangrijk onderling kunnen verschillen en dat

dus bij dezelfde  $\psi$ -waarde de  $\frac{r_0}{r_a}$  niet gelijk zijn. Dit wil zeggen, dat  $\frac{r_0}{r_a}$  en dus de constanten in de bezinkingsformule bij dezelfde  $\psi$ -waarde verschillend zullen zijn, al naar gelang van den vorm van de deeltjes en natuurlijk van de wijze van bezinking (snelste of langzaamste beweging of een beweging daar tusschen in). Deze meening van WADEL kan dus in het algemeen niet worden bevestigd, tenzij de vorm niet te sterk van den bolvorm afwijkt.

Staan we immers een afwijking in de verhouding  $\frac{r_0}{r_a}$  van 0,05 toe, dan blijkt, uit Diagram 2, dat voor omwentelingsellipsoiden met hun snelste beweging de  $\frac{r_0}{r_a}$ -getallen practisch gelijk zijn, zoolang de  $\psi$ -waarden 0,525 of grooter en voor de langzaamste beweging de  $\psi$ -waarden 0,625 of grooter zijn, of dus voor de gemiddelde beweging (alle bezinkingsstanden komen evenveel voor), waarmede we bij de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden te maken hebben, de  $\psi$ -waarden  $(0,525 + 0,625) : 2 = 0,575$  of grooter zijn. Dit wil zeggen, dat voor deze omwentelingsellipsoiden de verhouding van  $\frac{b}{a}$  niet kleiner mag zijn dan omstreeks 0,15, hetgeen overigens

TABEL 8

$\frac{b}{a}$	Gestreckte omwentelingsellipsoid				Afgeplatte omwentelingsellipsoid			
	$\frac{r_0}{r_a}$		B	$\psi = \frac{\sqrt{3}}{B} \frac{b}{a}$	$\frac{r_0}{r_a}$		A	$\psi = \frac{\sqrt{3}}{A} \frac{b^2}{a^2}$
	Snelste beweging	Langzaamste beweging			Snelste beweging	Langzaamste beweging		
0,00	—	—	0,785	0	—	—	0,500	0
0,025	1,418	1,787	0,785	0,372	1,406	1,704	0,501	0,171
0,05	1,241	1,531	0,786	0,469	1,266	1,519	0,505	0,269
0,1	1,108	1,332	0,788	0,589	1,149	1,355	0,515	0,418
0,2	1,022	1,178	0,798	0,733	1,062	1,214	0,547	0,625
0,3	0,992	1,109	0,810	0,826	1,026	1,142	0,588	0,762
0,4	0,981	1,071	0,830	0,888	1,008	1,098	0,637	0,852
0,5	0,977	1,046	0,852	0,932	1,000	1,068	0,690	0,913
0,6	0,977	1,030	0,878	0,961	0,996	1,046	0,747	0,952
0,7	0,982	1,018	0,906	0,980	0,994	1,029	0,807	0,977
0,8	0,987	1,010	0,936	0,990	0,995	1,017	0,870	0,987
0,9	0,992	1,005	0,968	0,997	0,998	1,008	0,934	0,998
1,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

nog een sterk van den bolvorm afwijkenden vorm toelaat. Aangezien de vorm van afgeplatte en gestreckte omwentelingsellipsoiden wel zeer sterk verschilt, kunnen we dan ook wel algemeen zeggen, dat, zoolang de  $\psi$ -waarde ongeveer 0,575 of grooter is, de constanten in de bezinkingsformules binnen redelijke foutengrenzen dezelfde zijn, indien de  $\psi$ -waarden dezelfde zijn. Dit laatste geldt dus als de deeltjes in alle mogelijke standen bezinken.

Voor gronden, waarmede we hier te maken hebben, zal de staafvorm slechts zelden voorkomen. We kunnen dan ook den vorm van de gronddeeltjes beschouwen als in eerste instantie overeen te komen met die van afgeplatte omwentelingsellipsoiden (dus van den bolvorm tot practisch den plaatvorm toe). *Voor gronden kunnen we dus voor alle  $\psi$ -waarden blijven volstaan met de  $\psi$ -waarden van de verschillende korrelvormen in aanmerking te nemen.*

Vragen we ons nu eens af, op welke wijze de niet-bolvormigheid van de gronddeeltjes in rekening is te brengen, dan kan worden opgemerkt, dat dit dus mogelijk is, indien de gewichtspercentages van de deelen, waarvan de  $\psi$ -waarden (graad van bolvormigheid) binnen bepaalde grenzen liggen (bijv. 1,0—0,9; 0,9—0,8; enz.), bekend zijn. Bedenken we, dat gronden bestaan uit kwarts, uit mineralen van de montmorilloniet-, glimmer- en kaolinietgroepen, dat voor verschillende gronden de gehalten aan deze mineralen verschillend zijn, terwijl ook voor denzelfden grond dit gehalte verandert met de korrelgrootte, dan lijkt het onwaarschijnlijk, dat we hierover binnen afzienbaren tijd op een voldoende wijze (ook in kwantitatief opzicht) zijn ingelicht. Sommige mineralen als bijv. kwarts zullen geen plaatvormige deeltjes geven; andere als bijv. van de glimmergroep wel. Het zou wel eens kunnen blijken, dat, aangezien alleen een regeling getroffen kan worden,

die voor alle gronden kan worden toegepast, de van den bolvorm afwijkende vorm in het geheel niet in rekening kan worden gebracht. Mogelijk zou dit in het uiterste geval nog zijn, indien voor alle gronden de gemiddelde korrelvorm ( $\psi$ -waarde) voor dezelfde fracties van korrels dezelfde is, zij het dan ook, dat men voor deze fracties telkens verschillende bezinkingsformules zou moeten toepassen. *Aangezien we slechts een zeer gebrekkig inzicht in dezen korrelvorm hebben — hierop kom ik nog terug — is de eenigste mogelijkheid, die overblijft, de Wet van STOKES binnen het gebied natuurlijk, waar deze voor bolvormige deeltjes geldig is, streng toe te passen.* Dit is juister dan gebruik te maken van een formule, zooals deze door WADELL<sup>143)</sup> wordt voorgesteld en zelfs bijv. in het boek van KRUMBEIN en PETTIJOHN<sup>144)</sup>, m. i. ten onrechte, als een veel juistere formule voor gronden dan de Wet van STOKES wordt aanbevolen. De oorzaak daarvan schuilt in het feit, dat hierbij in feite een bepaalde veronderstelling over den korrelvorm wordt gemaakt, waarvan in het geheel niet vaststaat, in hoeverre deze juist is. Hierdoor is het zeer goed mogelijk, dat zelfs grootere fouten worden gemaakt dan indien de Wet van STOKES wordt toegepast. Afgezien daarvan is deze z.g. praktische formule van WADELL zuiver willekeurig en men zou met evenveel recht een andere formule kunnen afleiden. Bij toepassing van deze formule zou een willekeur in de bepaling van de granulaire samenstelling ingevoerd worden, die niet gerechtvaardigd is. Juist om hierop nog eens uitdrukkelijk de aandacht te vestigen, zullen we hieronder nagaan, hoe WADELL aan zijn z.g. „practische formule” is gekomen.

WADELL gaat hierbij uit van een van de waarnemingen van SCHMIEDEL<sup>145)</sup>, nl. van de waarnemingen van schijfje N°. 1 uit staal bij zijn langzaamste beweging (beweging // rotatie-as). Hiervoor is  $\psi = 0,2182$ ; de dikte  $0,010500$  cm;  $a$  (grootste straal)  $= 0,20255$  cm;  $r_0 = 0,06862$  cm;  $D_s = 7,674$ ;  $D_l = 1,223$ ;  $\eta = 1,8012$ ;  $V_w$  (werkelijke bezinkingsnelheid)  $1,408$  cm/sec;  $R_e = 0,1389$  en  $C_R = 477,60$ . Een correctie van den invloed van den wand en den bodem van het vat bracht WADELL niet aan. Bij de berekening van  $R_e$  en  $C_R$  zijn hierin de overeenkomstige stralen ( $r_0$ ) ingevoerd.

Voor dit schijfje is het product  $B = C_R \cdot R_e^2 = 0,1389 \cdot 477,6 = 9,214$ . De lijn  $C_R \cdot R_e^2$ , gaande door het punt 2 (zie diagram 1), dat het bovengenoemd schijfje in de gegeven omstandigheden aangeeft, snijdt de empirische formule van WADELL in een punt 3, waarvan  $C_R = 71,895$  en  $R_e = 0,358$  blijken te zijn (deze waarden zijn vermoedelijk grafisch bepaald:  $71,895 (0,358)^2 = 9,214$ ). De dichtheid van dit bolvormige deeltje en van de vloeistof, evenals de viscositeit daarvan, zijn dezelfde als van het schijfje. *De bol, die dit punt 3 voorstelt, heeft dus een zelfden straal als de overeenkomstige straal ( $r_0$ ) van het schijfje (zie vergelijking 65 en de daaraan vastgeknoopte conclusie).* Nu is voor dit bolvormige deeltje

$$R_e = \frac{2r_0 V \eta}{D_l} = \frac{2 \cdot 0,06862 \cdot v \cdot 1,7012}{1,223} = 0,358,$$

of  $v$  (bolvormig deeltje)  $= 3,6285$  cm/sec.

<sup>143)</sup> I. c. noot 117 (laatstgenoemde publicatie).

<sup>144)</sup> I. c. noot 9.

<sup>145)</sup> I. c. noot 54.

WADELL neemt nu het gemiddelde van de snelheid van het bolvormige deeltje en van het schijfvormige deeltje, die dus denzelfden inhoud hebben, of

$$V_g = \frac{3,6285 + 1,408}{2} = 2,518 = \text{rond } 2,5 \text{ cm/sec.}$$

Voor de „practische formule” beschouwt hij nu het snijpunt van de lijn, die deze praktische formule voorstelt<sup>146)</sup>, en de bovengenoemde  $C_R R_e^2$ -lijn. Het snijpunt P geldt dus voor een deeltje met eenzelfde volume als van het bovengenoemde schijfje en het bolvormig deeltje en met een vorm tusschen dien van het bovenbedoelde schijfje en van het bovengenoemde bolvormige deeltje in.

Beschouwen we nu het quotiënt  $A = \frac{C_R}{R_e} = \frac{4 (D_s - D_l) g \eta}{3 V^2 D_l^2}$  (zie vergelijking 62), dan is deze voor het punt P (deeltje met een snelheid van 2,5 cm/sec. maar met  $D_s$ ,  $D_l$  en  $\eta$  als van het schijfje N°. 1 van SCHMIEDEL) gelijk aan:

$$A = \frac{4 (7,674 - 1,223) 981 \cdot 1,7012}{3(2,5)^2 (1,223)^2} = 614,2.$$

De punten 5 en 6 in diagram I zijn verkregen door hiervoor voor  $R_e$  willekeurige waarden te kiezen; bijv.  $R_{e5} = 1$  en  $R_{e6} = 0,1$ . De  $C_R$ -waarden worden echter zoo berekend, dat  $\frac{C_R}{R_e} = 614,2$  is.  $C_{R5}$  blijkt dan 614,2 en  $C_{R6} = 61,42$  te zijn.

De rechte lijn door de punten 5 en 6 snijdt nu de lijn 2—3 in een punt P, waarvan eveneens  $\frac{C_{Rp}}{R_{ep}} = 614,2$ . Voor dit punt is verder  $C_{Rp} \cdot R_{ep}^2 = 9,214$ .

Hieruit volgt, dat  $C_{Rp} \cdot R_{ep}^2 \cdot \frac{R_{ep}}{C_{Rp}} = R_{ep}^3 = \frac{9,214}{614,2}$  of  $R_{ep} = 0,248$ .  $C_{Rp}$  is voor dit punt P dus:

$$\frac{C_{Rp}}{R_{ep}} = \frac{C_{Rp}}{0,248} = 614,2 \text{ of } C_{Rp} = 152,32.$$

Hieruit volgt, dat voor punt P en dus voor de lijn door punt P evenwijdig de rechte lijn, die de Wet van STOKES voorstelt, geldt:

$$C_{Rp} \cdot R_{ep} = 37,77.$$

Voor bolvormige deeltjes is volgens de Wet van STOKES

$$W = 6 \pi \eta r v.$$

Voor de beschouwde deeltjes zal alleen de factor 6 anders zijn, indien we voor  $r$  den overeenkomstigen straal  $r_{cp}$  in de plaats stellen. Noemen we dezen factor  $x$  en vullen we in de vergelijkingen 47 en 48 resp.  $r_{cp}$  en  $V_p$  in, dan is dus:

$$C_{Rp} \cdot R_{ep} = \frac{2 x \pi \eta r_{op} v_p}{\pi r_{op}^2 v_p^2 D_l} \cdot \frac{2 r_{cp} D_l v_p}{\eta} = 4 x = 37,77, \text{ of}$$

$$x = 9,44.$$

<sup>146)</sup> Deze lijn loopt evenwijdig de lijn, die de Wet van STOKES voorstelt; althans tot ongeveer de  $R_e$ -waarde, waarvoor deze laatste wet geldig is. Voor dezelfde  $\eta$ -waarde is dit immers steeds het geval. Ook voor de Overbeck-Gansche formules geldt dit.

De weerstand  $W_p$  van de beschouwde deeltjes (lijn door P // de lijn, die de Wet van STOKES voorstelt) is dus (tot  $Re \approx 0,2$ ) gelijk aan:

$$W_p = 9,44 \pi \eta r_{op} v_p$$

Aangezien  $W_p = \frac{4}{3} \pi r_{op}^3 (D_s - D_l) g = 9,44 \pi \eta r_{op} v_p$ , is dus:

$$r_{op} = \sqrt{\frac{7 \eta v_p}{(D_s - D_l) g}}$$

Of indien we voor  $r_{op}$  en  $v_p$  resp.  $r$  en  $v$  (werkelijke bezinkingssnelheid) invullen, dan krijgen we dus:

$$r = \sqrt{\frac{7 \eta v}{(D_s - D_l) g}}, \text{ (z.g. „practische formule” van WADELL)}$$

welke formule WADELL en zooals gezegd ook KRUMBEIN en PETTILJOHN, mijns inziens dus ten onrechte, in de plaats willen stellen voor de Wet van STOKES, nl.

$$r = \sqrt{\frac{9 \eta v}{2 (D_s - D_l) g}}$$

De afleiding van deze praktische formule van WADELL is immers willekeurig, aangezien niets bekend is over het feit, welke maximale afwijking van den bolvorm de gronddeeltjes hebben en het dus niet gerechtvaardigd is hiervoor het schijfje N°. 1 van WADELL te nemen. Hoogstens kan worden opgemerkt, dat de gronddeeltjes zeer waarschijnlijk geen grootere maximale afwijking van den bolvorm zullen vertoonen. Verder is het willekeurig de snelheid van een deeltje in punt P juist gelijk aan de gemiddelde snelheden van het schijfje N°. 1 (punt 2) en de bol (punt 3) te nemen. Dit impliceert een zekere verdeling van de deeltjes over de verschillende korrelvormen, waarvan verder niets vaststaat. Verder houdt WADELL bij het schijfje N°. 1 alleen rekening met zijn langzaamste beweging, terwijl tengevolge van het homogeniseeren van de suspensie de (grovere) deeltjes — echter kleiner dan de deeltjesgrootte, waarbij het deeltje tijdens de bezinking nog juist den stand behoudt, dien het heeft — en tengevolge van de Brownsche beweging (deze heeft behalve het homogeniseeren ook nog invloed op de bezinking van de fijnere en fijnste deeltjes) in alle mogelijke standen zullen bezinken<sup>147)</sup>. Aangezien de gronddeeltjes verder waarschijnlijk voor verreweg het grootste gedeelte vormen zullen hebben, die minder tot veel minder van den bolvorm afwijken dan het schijfje N°. 1 van SCHMIEDEL (verhouding dikte : breedte =  $c : a$  voor afgeplatte omwentelingsellipsoiden = 1 : 40), lijkt het wel zeker, dat, indien ooit een formule opgesteld kan worden, die voor alle gronden en voor alle fracties geldt (zie hiervoor), deze niet onbelangrijk minder van de Wet van STOKES zal afliggen, dan de bovenaangehaalde praktische formule van WADELL. Voorloopig moeten we mijns inziens dan ook iedere praktische formule afwijzen, totdat een voldoende inzicht in de verdeling van de grond-

<sup>147)</sup> In dat geval is uit te rekenen, dat gemiddeld genomen voor schijfjes, waarvan  $\frac{c}{a} = \frac{1}{40}$ ,  $r = \sqrt{\frac{11,1 \eta v}{2 (D_s - D_l) g}}$ . Hierbij zijn de formules van GANS toegepast, waarbij het gemiddelde van  $\delta_a$  en  $\delta_c$  is genomen. WADELL bengt echter geen correctie voor den wand voor het schijfje No. 1 van SCHMIEDEL aan, hetgeen onjuist is.



deeltjes over de verschillende korrelvormen ( $\psi$ -waarden) is verkregen. We zullen ons dan ook moeten houden aan de Wet van STOKES, waardoor willekeur wordt vermeden.

Bedenken we, dat het niet waarschijnlijk is, dat grotere afwijkingen van den bolvorm zullen voorkomen dan schijfjes met een verhouding van  $\frac{c}{a} = \frac{1}{40}$  hebben, dan is tengevolge van het homogeniseeren (en bij de fijnere fracties, bovendien tengevolge van de Brownsche beweging) de verhouding van  $\frac{r_0}{r_a}$  (zie tabel 7;  $r_a$  = equivalent straal volgens de Wet van STOKES) gemiddeld genomen zeker niet grooter dan  $(1,704 + 1,406) : 2 = 1,56$ . Nu lijkt het mij niet onwaarschijnlijk, dat de verhouding  $\frac{c}{a}$  slechts zelden kleiner zal zijn dan  $\frac{1}{10}$ . In dat geval is  $\frac{r_0}{r_a}$  gemiddeld  $(1,355 + 1,149) : 2 = 1,25$ . Een groot gedeelte — waarschijnlijk verreweg het grootste gedeelte — zal een nog grotere verhouding dan  $\frac{c}{a} = 0,1$  hebben of m.a.w. de gemiddelde verhouding van  $\frac{r_0}{r_a}$  zal vermoedelijk nog belangrijk kleiner dan 1,25 zijn. Dit wil zeggen, dat ook al hebben de gronddeeltjes geen bolvorm, waarschijnlijk toch bij toepassing van de Wet van STOKES gemiddeld genomen resultaten zullen worden verkregen, die slechts relatief weinig van de werkelijke afwijken. Immers zelfs al was  $\frac{r_0}{r_a} = 1,25$  — en deze is voor alle fracties waarschijnlijk *gemiddeld genomen* nog belangrijk kleiner — dan beteekent dit toch nog slechts, dat in plaats van bijv.  $16 \mu$  de overeenkomstige straal  $20 \mu$  bedraagt, resp. indien bijv.  $0,5 \mu$  berekend is, deze in werkelijkheid  $0,625 \mu$  bedraagt, enz.

Samenvattend kan m.i. dan ook wel worden vastgesteld, dat ook al hebben de gronddeeltjes geen bolvorm, toch de afwijking, die de overeenkomstige straal van den equivalentstraal volgens STOKES gemiddeld genomen heeft, waarschijnlijk slechts relatief gering is. De verdeling van de korrels in fracties van verschillende korrelgrootten komt daardoor niet alleen niet in gevaar; deze wordt daardoor waarschijnlijk zelfs slechts betrekkelijk weinig beïnvloed. Dit neemt niet weg, dat zoodra een voldoende inzicht in de verdeling van de grondkorrels over verschillende korrelvormen verkregen is, het voordeelig kan zijn de Wet van STOKES, hetzij voor alle fracties, hetzij voor bepaalde fracties<sup>148)</sup> te veranderen.

Wat den korrelvorm van de gronddeeltjes betreft zijn ook de onderzoekingen van JACOB e.a.<sup>149)</sup> met een electronen-microscop van belang. Uit deze

<sup>148)</sup> De vraag is slechts wat de gemiddelde korrelvorm van de fracties van verschillende fijnheid is.

<sup>149)</sup> A. JACOB, Soil Research VII, 251, 1942. Zie ook: A. JACOB en H. LOOFMANN, Z. Bodenk. u. Pflanzenernährung 21/22, 666, 1940; U. HOFFMANN, A. JACOB en H. LOOFMANN, Z. Bodenk. u. Pflanzenernährung 25, 257, 1941 (zie ook de daarin aangehaalde literatuur); A. JACOB, Die Ernährung der Pflanze, 37, 28, 1941; M. VON ARDENNE, K. ENDELL en U. HOFMANN, Ber. deutsch Keram. Ges. Berlin 21, 209, 1940.

onderzoekingen blijkt dat montmorilloniet zwammige, wolkachtige afbeeldingen vertoont met nevelige grenzen. Door inwisseling van zware kationen kunnen volgens ARDENNE, ENDELL en HOFMANN<sup>149)</sup> de afzonderlijke kristallen zichtbaar worden gemaakt, welke dan plaatjes met een doorsnede van 50—1000  $m\mu$  blijken te zijn. Glimmerachtige mineralen vertoonen duidelijke, scherpzandige plaatjes. Ook kaolinit blijkt uit scherprandige plaatjes te bestaan, die dikwijls mooi zeshoekig begrensd zijn. Kwarts bestaat uit onregelmatig begrensde, hoekige deeltjes, die in alle richtingen ongeveer dezelfde doorsnede hebben. IJzerverbindingen zijn als zeer kleine, zwarte korreltjes te herkennen.

Uit het voorgaande volgt dus, dat wel plaatvormige echter geen staafvormige deeltjes in gronden voorkomen. Verder is het in deze publicatie van belang op te merken, dat JACOB en LOFMANN (l.c. noot 149) op grond van hun waarnemingen tot de conclusie komen, dat de Wet van STOKES ook voor plaatvormige deeltjes „buitengewoon vergaand” geldt. Deze laatste conclusie is in overeenstemming met wat hier langs een anderen weg was afgeleid.

§ 12. *Eenige opmerkingen over het soortelijk gewicht van gronden in verband met de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden*

Aangezien gronden, zooals reeds in sub 12 is opgemerkt, bestaan uit verschillende mineralen en de mineralogische samenstelling van grond tot grond en bij denzelfden grond van fractie tot fractie verandert, zal ook het soortelijk gewicht aan veranderingen onderhevig zijn, zij het dan ook, dat de soortelijke gewichten van de hoofdzakelijk in den grond voorkomende mineralen weinig onderling verschillen. Weliswaar is reeds bekend, dat naarmate de fractie fijner wordt het soortelijk gewicht toeneemt; onvoldoende bekend is de mogelijke variatie, die voor dezelfde fractie hierin van grond tot grond en voor denzelfden grond van fractie tot fractie optreedt. Het lijkt mij daarom gewenscht dit nog eens aan een 30-tal (Nederlandsche) gronden van zooveel mogelijk verschillende oorsprong na te gaan. Hierbij moeten de gronden na de voorbereiding ( $\text{CaCO}_3$ - en humusvrij) in een voldoende aantal fracties worden gesplitst, waarin het s.g. dient te worden bepaald.

Voorloopig en in afwachting van deze resultaten kan een gemiddeld s.g. van 2,675 worden aangehouden, aangezien de s.g. (van humus- en  $\text{CaCO}_3$ -vrije fracties) zich meestal tusschen 2,65 en 2,70 schijnen te bewegen. Indien mocht blijken, dat geen grootere afwijkingen dan 0,025 in het soortelijk gewicht van de deeltjes voorkomen, dan is deze afwijking op het verschil van  $D_s$  en  $D_l$  ( $D_l = \text{s.g. water}$ ) rond 1,5%. Uit de Wet van STOKES (zie vergelijking 4) blijkt, dat daardoor de straal  $r$  der deeltjes minder dan 1% wordt beïnvloed, hetgeen zeker te verwaarlozen is. Ook een grootere afwijking kan nog wel verwaarloosd worden, zij het dan ook, dat correctie gewenscht is, indien deze door een onderzoek aan een voldoende aantal grondmonsters mogelijk is geworden.

<sup>149)</sup> Zie noot op vorige bladzijde.

§ 13. *Samenvatting*

Vatten we alles nog eens samen, dan blijkt het volgende:

Aan de volgende voorwaarden, waaronder de Wet van STOKES geldig is, is bij gronden voldaan, nl.:

1. De deeltjes zijn hard.
2. Er treedt geen slip op.

Aan de volgende voorwaarden is weliswaar niet streng voldaan; de tengevolge daarvan optredende afwijkingen van de Wet van STOKES zijn ieder afzonderlijk of althans gezamenlijk te verwaarloozen, indien althans de noodige voorzorgen worden genomen. Deze zijn:

1. De deeltjes zijn niet volkomen glad, de invloed daarvan is waarschijnlijk te verwaarloozen. Het aantal rechtstreeksche onderzoekingen hierover is echter gering. De werkelijke bezinkingsnelheid is waarschijnlijk iets kleiner dan de Wet van STOKES voor een volkomen glad deeltje aangeeft.
2. De bezinkingssnelheid heeft bij het begin van de bezinking niet onmiddellijk haar eindsnelheid bereikt. De werkelijke *gemiddelde* bezinkingsnelheid is (iets) kleiner dan de Wet van STOKES aangeeft.
3. De deeltjes bezinken niet in een vloeistof van onbegrensde uitgebreidheid. De werkelijke gemiddelde bezinkingssnelheid is (iets) kleiner dan de Wet van STOKES aangeeft. De gemiddelde invloed van de wanden is voor deeltjes met een doorsnede kleiner dan  $2 \mu$  zeker te verwaarloozen, indien de doorsnede van het vat 2 cm of meer is, en voor deeltjes met een doorsnede tot  $50 \mu$  zeker, indien de doorsnede van het vat 6 cm is.
- 4a. Bij het begin van de bezinking is tengevolge van het homogeniseeren bij tal van analyse-methoden (ATTERBERG, pipet, dompellichaam, areometer, enz.) de vloeistof niet in rust. De invloed daarvan is alleen te verwaarloozen, indien de bezinkingstijd voldoende lang is. Uit eigen onderzoekingen bleek, dat voor gronden alleen deeltjes met een doorsnede kleiner dan  $\pm 30 \mu$  of mogelijk nog iets grooter (echter kleiner dan  $35 \mu$ ) met behulp van de pipetmethode bepaald kunnen worden. Een en ander geldt voor cylindervaten met een doorsnede van 6 cm, waarin 1 liter suspensie was gebracht. Het suspensiemiddel is water.
- b. Er bezinkt niet één deeltje in de betreffende vloeistof, maar vele, aangezien van een suspensie van gronddeeltjes bij de bepaling van de granulaire samenstelling wordt uitgegaan. De werkelijke bezinkingsnelheid is zeer waarschijnlijk grooter dan volgens de Wet van STOKES. Tot een concentratie van 30 gram grond per liter vloeistof is deze invloed zeker te verwaarloozen.
5. De viscositeit van de suspensie is niet meer dezelfde als van de zuivere vloeistof. Het verschil mag echter worden verwaarloosd. Ditzelfde geldt ook voor den invloed van de peptisatoren op de viscositeit. Tengevolge van den eersten invloed is de werkelijke bezinkingsnelheid (iets) kleiner dan de Wet van STOKES aangeeft. De tweede invloed is moeilijker te overzien. Vermoedelijk zal ook tengevolge daarvan bij de gebruikelijke peptisatoren de bezinkingsnelheid (iets) kleiner zijn dan volgens de Wet van STOKES.
6. De invloed van de diffusie en de lading van de deeltjes is — bij gronden

en bij bezinking in het veld van de zwaartekracht — te verwaarlozen klein tot deeltjes met een doorsnede van  $30 \mu$  resp.  $20 \mu$ . Bij bezinking in een centrifugaalveld van voldoende sterkte en bij het gebruik van suspensievaten van voldoende lengte is de diffusie van alle deeltjes van gronden, waarvan de bepaling van het gehalte van belang is (minimaal  $20 \mu$ ), steeds te verwaarlozen.

De bovengenoemde invloeden zijn alle gering en heffen elkaar bovendien geheel of althans in een voldoende mate op.

De afwijkingen van de volgende voorwaarden zijn alleen onder bepaalde omstandigheden te verwaarlozen:

1. De bezinkingsnelheid (bolvormige deeltjes) mag niet te groot worden. In waterige suspensies van gronddeeltjes (s.g. 2,65) is de Wet van STOKES met voldoende benadering geldig tot deeltjes met een doorsnede van  $\pm 70 \mu$ . Algemeen uitgedrukt kan men zeggen, dat de Wet van STOKES geldig is, indien het Reynoldsgetal kleiner is dan  $\pm 0,2$ . Bij grotere waarden kan de Wet van OSEEN (tot Reynoldsgetal van 1,2) of de empirische formule van WADELL worden gebruikt, welke laatste gebruikt moet worden, indien de Reynoldsgetalen groter worden dan 1,2<sup>150</sup>). De formules van GOLDSTEIN en RUBEY bieden óf geen voordeelen of zijn onnauwkeuriger. Voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden is alleen de Wet van STOKES van belang; in een enkel geval mogelijk nog de formule van OSEEN.
2. De invloed van het feit, dat de deeltjes niet bolvormig zijn, is ongeveer binnen het gebied, waarin overigens de Wet van STOKES geldig is (Reynoldsgetalen echter niet groter dan  $\pm 1/15$ ), alleen te verwaarlozen, indien de vorm niet te sterk van den bolvorm afwijkt. Gemiddeld genomen zal voor gronden deze invloed waarschijnlijk echter relatief klein blijven; in elk geval wordt daardoor de verdeling van de korrels in klassen met een verschillende korrelvorm niet in gevaar gebracht. Het lijkt niet onwaarschijnlijk, dat gemiddeld genomen de volgens de Wet van STOKES berekende straal en de overeenkomstige straal minder zullen verschillen dan in de verhouding 1 : 1,25.

### HOOFDSTUK III

**Bespreking van de droge zeefmethode en de in verband daarmee verrichte onderzoeken; beschrijving en bespreking van de verrichte onderzoeken en de daarmee verkregen resultaten met betrekking tot de gecombineerde zeef-pipet-methode**

**A. De droge zeefmethode en de in verband daarmee verrichte onderzoeken.**

§ 1. Enkele algemeene opmerkingen over de droge zeefmethode<sup>151</sup>)

In hoofdstuk I zijn enkele opmerkingen over de droge zeefmethode ge-

<sup>150</sup>) Voor Reynoldsgetalen groter dan  $\pm 0,7$  kunnen grotere fouten verwacht worden. De empirische formule van WADELL geeft echter tot Reynoldsgetalen van 1,2 geen verbetering, aangezien tot die waarde de beide formules practisch dezelfde resultaten geven.

<sup>151</sup>) Het droogzeven geeft alleen dan goede resultaten, indien alle kittende bestand-

maakt, waarvan het mij gewenscht lijkt deze nog eens uitvoeriger dan in hoofdstuk I mogelijk was, uiteen te zetten. Ofschoon ook een zeker aantal onderzoekingen werden verricht om de naar voren te brengen opmerkingen of meeningen te illustreeren, resp. zoo mogelijk te bewijzen, ben ik mij er van bewust nog niet over voldoende materiaal te beschikken. Dat desniet-tegenstaande toch tot publicatie werd overgegaan, vindt voornamelijk zijn oorzaak in den wensch op enkele eigenaardigheden van deze droge zeefmethode te wijzen, evenals op de noodzakelijkheid om zoowel de zeven als de zeefmachine te ijken, of wat de laatste betreft, althans te vergelijken met een standaardzeefmachine, indien dit noodig mocht blijken, zoodat het mogelijk wordt op verschillende laboratoria met verschillende zeefstellen en (of) zeefmachines toch binnen voldoende kleine foutengrenzen dezelfde resultaten te verkrijgen. Hierbij dient er dan tevens aandacht aan te worden besteed, dat de zeefmethode zoo weinig mogelijk conventionele waarden geeft.

Er bestaat namelijk een neiging in de literatuur de zeefmethode als zeer conventioneel op te vatten, d.w.z., dat de resultaten sterk zouden afhangen van de gevolgde methode<sup>152)</sup>.

Een dergelijke opvatting lijkt mij echter in het algemeen voor Nederlandsche gronden sterk overdreven en daardoor niet juist. Om dit in te zien, is het gewenscht eerst eens na te gaan, wanneer de zeefmethode juiste resultaten geeft. Dit laatste is blijkbaar het geval, indien de overeenkomstige doorsneden van de deeltjes van de betreffende zandfractie liggen binnen de grenzen van deze fractie. Onder overeenkomstige doorsnede (zie ook hoofdstuk II) verstaan we dan de doorsnede van een bol met denzelfden inhoud als van het betreffende deeltje. Conventioneel wordt de methode, indien de overeenkomstige doorsneden van een niet te verwaarloozen gedeelte van de korrels van een bepaalde fractie niet alleen buiten de grenzen van deze fractie ligt, maar dit gedeelte bovendien afhangt van de gevolgde methode. De grenzen van deze fractie worden daarbij bepaald door de doorsnede van de zeefopeningen.

Bedenkt men nu, dat alleen de grovere korrels door middel van zeven worden onderverdeeld — de fijnste korrels bij de hieronder verder nog te bespreken methode hadden een doorsnede van  $35 \mu$  — en dat deze grovere korrels bij Nederlandsche gronden althans grootendeels uit kwarts bestaan, dan volgt hieruit, dat in het algemeen de korrelvorm weinig van den bolvorm zal afwijken. Kwarts heeft immers geen slijtvlakken, die aanleiding geven tot plaatvorming of staafvorming. Dit wil zeggen, dat in het algemeen de kleinste en de grootste doorsneden van dezelfde korrels relatief weinig zullen verschillen, zooals dan ook experimenteel werd gevonden<sup>153)</sup>. In het algemeen

---

deelen zijn verwijderd. De hieronder volgende beschouwingen hebben dan ook alleen betrekking op gronden of fracties van gronden, waaruit de slibfractie (fractie  $< 16 \mu$ ) is verwijderd. De te zeven korrelmassa bevat verder geen humus of koolzure kalk meer, aangezien de gronden met  $H_2O_2$  en  $HCl$  zijn voorbereid. Van den humus, die na deze voorbereiding overblijft, is daarbij afgezien.

<sup>152)</sup> Zie bijv. O. DE VRIES, l. c. noot 3, blz. 645.

<sup>153)</sup> Zie ook D. J. HISSINK en S. B. HOOGHOUDT, Sec. Int. Congress of Soil Science; Moskou-Leningrad I, 48, 1932. Terloops moge hier bij deze laatste onderzoekingen worden opgemerkt, dat van de onderzochte fractie  $152-2000 \mu$  de verhouding der gemiddelde drie loodrecht op elkaar staande assen is als 1 : 1.06. : 1.41. De vorm van deze deeltjes wijkt dus gemiddeld genomen zeer weinig van een bol af.

kan men de betreffende deeltjes dan ook wel opvatten als iets afgeplatte of iets uitgerekte ellipsoiden, waarvan het verschil in lengte van de 3 assen onderling slechts gering is. Dit wil dus zeggen, dat in het algemeen de overeenkomstige doorsnede van de betreffende korrel weinig van de kleinste of grootste doorsnede zal afwijken. Ter verklaring kan hierbij worden opgemerkt, dat een deeltje 3 loodrecht op elkaar staande doorsneden heeft. In al deze 3 richtingen wordt nu onder „doorsnede” de grootste doorsnede van het deeltje in die richting verstaan.

Uit het bovenstaande volgt weer, dat de overeenkomstige doorsnede van de korrels, die in een verkeerde fractie zijn terecht gekomen, weinig van de grenzen van de fractie, waartoe deze korrels feitelijk behooren, zullen afwijken; een goede zeefmethode (zie hieronder) vooropgesteld. Hieruit volgt, dat bij een goede zeefmethode na het zeven verreweg het grootste gedeelte van de korrels in de juiste fractie terecht zullen zijn gekomen. Alleen korrels, waarvan de drie doorsneden zoodanig zijn, dat één of twee kleiner zijn dan de doorsnede van de zeefopening, kunnen afhankelijk van de gevolgde zeefmethode in een onjuiste fractie terecht zijn gekomen. Het gehalte van deze laatste korrels is in de meeste gronden zeer gering — men bedenke, dat de grenzen van de fracties in een verhouding van  $1 : \pm \sqrt{2}$  uiteenliggen —, hetgeen dus beteekent, dat in het algemeen iedere goede zeefmethode waarschijnlijk correcte cijfers zal geven, of dat althans de afwijking daarvan te verwaarloozen zal zijn.

Alleen bij gronden met hooge gehalten aan korrels binnen nauwe grenzen — vooral als veel deeltjes een doorsnede hebben, die kleiner en groter zijn dan de doorsnede van de zeefopening (zie hiervoor) — zullen grotere fouten kunnen worden gemaakt en zullen de resultaten conventioneel kunnen worden, d.w.z. dus af kunnen hangen van de gevolgde methode. Het zal dan ook duidelijk zijn, dat alle aan de betreffende zeef en zeefmethode (zeefmachine) klevende fouten als het ware verscherpt tot uiting komen, indien de doorsnede van het te zeven materiaal en van de mazen van de zeef slechts weinig uiteenliggen. Als men dan ook korrelfracties zeeft, waarvan de uiterste doorsneden slechts weinig uiteenliggen en bovendien slechts weinig van de doorsneden van de zeefopeningen verschillen (liefst aan weerszijden van de doorsneden van de zeefopeningen liggen), zal dit dus het geval zijn. Overigens bedenke men wel, dat de zeefmethode zich hierbij niet, anders gedraagt dan bijv. de methode-ATTERBERG of -KOPECKY. Het is immers bekend, dat bij de laatste methoden dan onjuiste of althans slecht reproduceerbare waarden verkregen kunnen worden, die bovendien sterk van den persoon, die de analyse uitvoert, afhangen, indien een groot gehalte aan deeltjes doorsneden heeft, die weinig van de doorsnede afwijken (daar omheen gegroepeerd zijn), waarbij geslibd wordt (methode-ATTERBERG), resp. waarop de stroomsnelheid van het doorstroomende water (methode-KOPECKY) is ingesteld. In het gegeven geval wordt de vloeistof na den voorgeschreven bezinktijd, resp. de doorstroomende vloeistof, slechts zeer langzaam helder en krijgt het moment, waarop men met het afslippen, resp. met het doorstromen van de vloeistof, ophoudt een subjectief karakter, aangezien in een dergelijk geval de één spoediger de vloeistof helder zal noemen dan de ander. Het percentage gronden, waarbij dit

voorkomt, is echter gering en ditzelfde geldt ook voor de zeefmethode.

Het bovenstaande vereischt echter nog een verdere toelichting, o. a. in verband met de vraag, wanneer men een zeefmethode goed mag noemen en zoo ook in verband met het welbekende feit, dat plaatzeven met ronde openingen veel minder doorlaten dan draadzeven met (vierkante) openingen van dezelfde doorsnede. Zoo is bekend, dat een plaatzeef met ronde openingen van 1000  $\mu$  omstreeks evenveel doorlaat als een draadzeef met (vierkante) openingen van 850  $\mu$ . Dit geeft althans den indruk, dat ten opzichte van de keuze „draadzeef” of „plaatzeef” de zeefmethode conventioneel is.

§ 2. Bespreking van de factoren, waarvan de resultaten van het zeven afhankelijk zijn

In verband met het in sub *a* medegedeelde en vooral ook om na te gaan, wat men onder een „goede” zeefmethode (zeefmachine) dient te verstaan, lijkt het mij gewenscht de factoren te bespreken, waarvan de resultaten van de zeefmethode afhangen. Deze factoren zijn de volgende:

1. De zeefmethode (zeefmachine) als zoodanig.
2. De doorsnede van de zeef (grootte van het zevend oppervlak).
3. De hoeveelheid te zeven materiaal.
4. De zeeftijd
5. De aard van de zeef (draadzeef met vierkante openingen bijv. ten opzichte van plaatzeef met ronde openingen).

*a. De zeefmethode (zeefmachine) als zoodanig*

Alvorens hierop in te gaan, moet worden opgemerkt, dat de zeefmethode op zichzelf goed moet zijn. Dit wil zeggen, dat de verkregen resultaten onafhankelijk moeten zijn van den zeefduur, van de te zeven hoeveelheid materiaal, van de doorsnede en van den aard van de zeef en van de zeefmachine. Voor niet te sterk van den bolvorm afwijkende korrels, waarmede wij in onze zandgronden of zandfracties van andere gronden te maken hebben, houdt dit automatisch in, dat deze methode dan ook goede of althans voldoende goede resultaten geeft, wat betreft de grootte der deeltjes, d.w.z., dat dan tevens verreweg het grootste gedeelte van de overeenkomstige korreldoorsneden binnen de betreffende fractiegrenzen liggen. Onafhankelijk van dit laatste is echter de zeefmethode, indien aan de eerder genoemde eischen is voldaan, onconventioneel, hetgeen van het grootste belang kan worden genoemd. Het leek van te voren mogelijk, dat aan dezen eisch is voldaan — onvoldoende effectief zevende zeefmachines buitengesloten —, indien de hoeveelheid te zeven materiaal in verband met de zeefdoorsnede, met den aard der zeef, met de zeefmachine en met den zeefduur zoo gekozen is, dat een verhooging van den zeefduur bij overigens gelijkblijvende omstandigheden geen veranderingen meer in de verkregen resultaten teweegbrengt. Deze eisch komt in feite overeen met den eisch bij de methode-ATTERBERG, dat zoo vaak wordt afgeslibd tot de vloeistof na den betreffenden bezinktijd helder is, resp. bij de methode-KOPЕCKY, dat de vloeistof zoo lang moet blijven door-

stroomen tot zij helder is. Hieronder zullen we nagaan, in hoeverre een dergelijke „goede” zeefmethode te realiseeren is.

Op het Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut (reeds vanaf 1931 op het Bodemkundig Instituut) en op het Bedrijfslaboratorium wordt gebruik gemaakt van de zeer intensief zevende Rotap-zeefmachine van Tyler Company Cleveland, Ohio. Ook werden van deze firma oorspronkelijk de zeven betrokken (deze zullen in het vervolg de „Amerikaansche zeven” genoemd worden). Later werden de zeven betrokken van de N.V. Maatschappij tot Vervaardiging van Metaaldraadgaas (Twente) te Hengelo (deze zeven zullen in het vervolg de „Hollandsche zeven” worden genoemd). In het eerste geval gaat het alleen om draadzeven, in het laatste geval bovendien om plaatzeven met ronde openingen. De doorsnede van de zeven was steeds 20 cm, hetgeen overigens wel steeds het geval zal zijn (zie ook Normaalblad No. N 480).

Neemt men in aanmerking, dat de hoeveelheid te zeven materiaal voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden niet grooter hoeft te zijn dan 20 gram en dat de doorsnede van de zeef (20 cm) in verhouding tot deze hoeveelheid te zeven materiaal zeer groot is, dan hoeft het geen verwondering te wekken, dat met overigens verschillende zeeftoestellen en met verschillende, echter steeds intensief zevende, zeefmachines bij den zelfden zeef tijd en dezelfde hoeveelheid materiaal tamelijk bevredigende resultaten zijn verkregen, zooals dit met het zeeftoestel, zooals dit op het Bedrijfslaboratorium (Rotap-zeefmachine) aanwezig is, en met het zeeftoestel, zooals dit op het Bodemkundig Laboratorium van de Zuiderzeewerken gebruikt wordt, het geval bleek te zijn. Het laatstgenoemde zeeftoestel was ter plaatse gemaakt. Een mooie controle was dit overigens niet, aangezien de gebruikte zeefstellen niet dezelfde waren en deze bovendien niet waren geijkt (zie hieronder).

Om bovengenoemde reden werd nog eens een 5-tal gronden uit den N.O.-polder vergeleken. De gronden werden daartoe op de gewone wijze voorbereid en geslibd volgens de methode-ATTERBERG. 20 gram/ van de zandfractie (16—2000  $\mu$ ) werd nu met behulp van een zeefstel van het Bodemkundig laboratorium der Z.Z.W. te Kampen en met de Rotap-zeefmachine te Groningen gedurende 10 minuten (soms ook 20 minuten) gezeefd. De zeef fracties werden na afloop weer bij elkaar gevoegd en opnieuw gezeefd. Dezelfde zandfracties werden met hetzelfde zeefstel op de zeefmachine in het laboratorium te Kampen op dezelfde wijze gezeefd<sup>154</sup>). Hierdoor is een zuivere vergelijking-tusschen de twee zeefmachines mogelijk, die niet beïnvloed wordt door het zeefstel of door de heterogeniteit van het monster. De resultaten van deze onderzoekingen zijn in tabel 9 medegedeeld.

Uit tabel 9 blijkt, dat inderdaad de beide methoden behoorlijk overeenstemmende waarden geven, zij het dan ook, dat in het algemeen de Rotap-zeef nog iets intensiever zeefd dan de zeefmachine te Kampen. Het verschil is echter gering. Voor het monster 6 D blijkt het zeefresultaat onafhankelijk

<sup>154</sup>) De analyses worden door een analist van het Bodemkundig Laboratorium te Kampen uitgevoerd.



van den zeefduur te zijn, indien met het zeeftoestel te Kampen gezeefd wordt. Dat er met de Rotap-zeefmachine nog wel eenig verschil in de zeefresultaten aanwezig lijkt, indien 10 resp. 20 minuten gezeefd wordt, is toeval. Dit blijkt ook uit de resultaten in tabel 12 weergegeven, waarbij met een ander zeefstel (B.L.) *dezelfde fracties* nog eens met de Rotap-zeefmachine werden gezeefd en waarbij geen invloed van den zeefduur werd waargenomen.

Eveneens was een goede vergelijking mogelijk met de trilzeef van de N.V. W. SEIBERT te Bussum, in gebruik bij het zeven van aardappelmeel op het laboratorium van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen. Het betreffende zeeftoestel werd ons welwillend ter beschikking gesteld door Dr. A. H. A. DE WILLIGEN, scheikundige van de Aardappelmeel Studiecommissie, waarvoor wij gaarne onzen dank betuigen. Hierbij werd uitgegaan van verschillende hoeveelheden van 2 korrelmengsels, die door afwegen van fracties waren gemaakt. Iedere hoeveelheid — dus die van 5, 10 en 20 gram — werden afzonderlijk afgewogen, zoodat geen fout tengevolge van ontmenging of heterogeniteit kon optreden, hetgeen het geval zou kunnen zijn, indien in eens een groote hoeveelheid mengsel was gemaakt en hieruit 5, 10 en 20 gram waren afgewogen. Bij het zeven van dezelfde hoeveelheid bij denzelfden zeeftijd bij duplobepalingen en bij een verschillenden zeeftijd werd telkens van dezelfde korrelmassa uitgegaan door na iederen keer zeven de

TABEL 9

Monsters n°.	Zeef tijd in minuten	Rotap-zeefapparaat										
		16— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	0,85— 1,2 mm	1,2— 1,7 mm
6 D	10	42,2	39,4	9,3	2,0	2,2	3,5	1,0	0,3	0,1	—	—
		38,9	41,7	11,5	2,1	2,2	2,1	1,0	0,4	0,1	—	—
	10	41,0	39,4	11,5	2,2	2,1	2,2	1,2	0,3	0,1	—	—
	Gemiddeld	40,7	40,2	10,8	2,1	2,2	2,6	1,0	0,3	0,1	—	—
	20	44,2	37,7	9,9	2,2	2,0	1,9	1,3	0,3	0,5	—	—
	Gemiddeld	44,1	38,2	9,4	2,3	2,0	2,0	1,2	0,3	0,5	—	—
	Gemiddeld	44,2	37,9	9,7	2,2	2,0	2,0	1,2	0,3	0,5	—	—
7 D	10	16,5	33,3	34,8	13,2	1,5	0,3	0,2	0,1	0,1	—	—
	10	17,6	32,0	35,0	13,3	1,6	0,3	0,1	0,1	0	—	—
	Gemiddeld	17,1	32,7	34,9	13,2	1,6	0,3	0,1	0,1	0	—	—
8 D	10	5,5	11,2	36,9	38,0	6,1	1,8	0,4	0,1	0	—	—
	10	4,6	11,1	37,5	38,1	6,3	1,9	0,4	0,1	0	—	—
	Gemiddeld	5,1	11,1	37,2	38,0	6,2	1,9	0,4	0,1	0	—	—
9 D	10	1,4	2,5	7,4	27,4	30,1	20,6	8,3	1,7	0,6	—	—
	10	1,4	2,5	7,8	27,3	30,7	20,0	8,1	1,6	0,6	—	—
	Gemiddeld	1,4	2,5	7,6	27,4	30,4	20,3	8,2	1,6	0,6	—	—
10 D	10	0,2	0,2	1,2	6,2	4,1	21,4	42,1	21,8	2,4	0,4	—
	10	0,2	0,3	1,2	6,4	4,3	21,5	42,6	20,4	2,7	0,4	—
	Gemiddeld	0,2	0,3	1,2	6,3	4,2	21,4	42,4	21,1	2,5	0,4	—

Monsters n°.	Zeef tijd in minuten	Zeef-apparaat — Bod. Lab. Kampen										
		16— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	0,85— 1,2 mm	1,2— 1,7 mm
6 D	10	43,0	38,1	11,6	2,0	2,0	2,0	0,9	0,3	0,1	0	0
	10	40,2	40,1	12,2	2,0	2,0	1,9	1,2	0,3	0,1	0	0
	Gemiddeld	41,6	39,1	11,9	2,0	2,0	2,0	1,0	0,3	0,1	0	0
	20	41,9	38,8	11,5	2,5	2,1	1,9	0,9	0,3	0,1	0	0
	Gemiddeld	41,9	39,9	10,6	2,0	2,2	1,9	1,1	0,3	0,1	0	0
7 D	10	18,1	31,7	35,4	12,8	1,5	0,3	0,1	0,1	0	0	0
	10	17,2	32,5	35,5	12,7	1,5	0,3	0,2	0,1	0	0	0
	Gemiddeld	17,7	32,1	35,4	12,8	1,5	0,3	0,1	0,1	0	0	0
8 D	10	5,0	9,6	35,5	41,4	6,4	1,7	0,3	0,1	0	0	0
	10	4,3	9,2	34,4	42,8	7,0	1,8	0,4	0,1	0	0	0
	Gemiddeld	4,7	9,4	34,9	42,1	6,7	1,8	0,3	0,1	0	0	0
9 D	10	0,4	1,3	4,7	22,7	33,7	24,0	10,7	2,1	0,3	0,1	0
	10	0,6	1,1	4,7	23,0	33,9	23,6	10,6	2,1	0,3	0,1	0
	Gemiddeld	0,5	1,2	4,7	22,9	33,8	23,8	10,6	2,1	0,3	0,1	0
10 D	10	0,2	0,3	1,3	6,3	4,8	21,3	47,2	16,3	1,9	0,4	0
	10	0,2	0,3	1,3	6,5	4,8	21,3	47,2	16,1	1,9	0,4	0
	Gemiddeld	0,2	0,3	1,3	6,4	4,8	21,3	47,2	16,2	1,9	0,4	0

*Opmerking:* De zeven met doorsneden van 1,0, 1,4 en 2,0 mm. zijn plaatzeven. In overeenstemming met het normaalblad N°. 213 zijn deze doorsneden vermenigvuldigd met 0,85, waardoor volgens het normaalblad N°. 213 aansluiting wordt verkregen met draadzeven.

afzonderlijke zeef fracties weer bij elkaar te voegen en te mengen. De verschillen in de duplobepalingen geven dus alleen de fout in de reproduceerbaarheid van de zeef-analyses aan. (Hierop zal worden teruggekomen.) Voor beide zeefmachines werden dezelfde zeven gebruikt. Het mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 16—43  $\mu$  en 43—74  $\mu$ , was hierbij eveneens hetzelfde; het mengsel, bestaande uit 5 % van de fractie 43—74  $\mu$ , 15 % van de fractie 74—104  $\mu$ , 60 % van de fractie 104—147  $\mu$ , 15 % van de fractie 147—208  $\mu$  en 5 % van de fractie 208—295  $\mu$ , was voor beide zeefmachines helaas niet hetzelfde, doordat dit per abuis tusschentijds was weggegooid. Het materiaal, dat voor de trilzeef werd gebruikt, is voor 10 minuten zeven en voor verschillende hoeveelheden te zeven materiaal nog eens opnieuw gebruikt voor de Rotap-zeefmachine. Uit tabel 10 en 11, waarin alle resultaten zijn vermeld, blijkt echter, dat met de Rotap-zeefmachine met het nieuwe mengsel binnen nauwe grenzen dezelfde resultaten als met het oude mengsel werden verkregen, zoodat een zo nauwkeurig mogelijke vergelijking tusschen beide zeefmachines mogelijk blijft.

Zooals reeds werd opgemerkt, zijn de resultaten van de bepalingen in tabel 10 en 11 aangegeven. Hierin zijn alleen de gemiddelde waarden van

duplobepalingen opgenomen, uitgezonderd de met de „\*)” voorziene analyses, die slechts in enkelvoud zijn verricht.

Zooals uit tabel 10 en 11 blijkt, geeft het zeefresultaat niet precies de samenstelling van de mengsels aan, zooals deze uit het afwegen van de fracties zou volgen. Een en ander houdt verband met de aanwezigheid van korrels, waarvan 1 of 2 van de 3 doorsneden kleiner zijn dan de doorsnede van de zeefopeningen, waarop later zal worden teruggekomen.

Uit tabel 10 blijkt, dat de resultaten van de zeefanalyse, uitgevoerd met

TABEL 10

Zeefduur in minuten	Te zeven mate- riaal in grammen	Mengsel bestaande uit: 5 % 43—74 $\mu$ ; 15 % 74—104 $\mu$ ; 60 % 104—147 $\mu$ ; 15 % 147—208 $\mu$ en 5 % 208—295 $\mu$													
		Rotap-zeefmachine							Trilzeef						
		16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$	16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$
10	5	0,5	6,1	16,9	52,7	16,0	7,1	0,7	0,3	5,6	17,1	53,0	18,6	5,1	0,3
10	5 *)	0,5	8,4	18,9	51,5	15,6	4,8	0,3	—	—	—	—	—	—	—
20	5	0,7	7,1	19,9	51,4	15,6	5,2	0,1	0,2	5,8	17,8	54,4	17,0	4,6	0,2
30	5	—	—	—	—	—	—	—	0,3	5,9	17,3	53,3	18,1	4,9	0,2
10	10	0,5	5,8	18,4	53,0	17,1	5,0	0,2	0,3	5,3	15,6	53,3	20,6	4,8	0,1
10	10 *)	0,5	7,0	19,8	51,5	16,0	5,0	0,2	—	—	—	—	—	—	—
20	10	0,5	6,5	20,0	51,3	15,8	5,6	0,3	0,2	5,1	16,1	54,1	19,4	5,0	0,1
30	10	—	—	—	—	—	—	—	0,3	5,2	15,1	54,3	19,9	5,1	0,1
10	20	0,5	6,5	17,6	52,7	17,1	5,4	0,2	0,3	5,0	14,1	52,9	21,6	5,9	0,2
10	20 *)	0,5	6,6	19,5	52,5	15,4	5,3	0,2	—	—	—	—	—	—	—
20	20	0,5	5,4	16,8	53,7	18,5	4,8	0,3	0,3	4,9	15,1	52,7	21,4	5,4	0,2
30	20	—	—	—	—	—	—	—	0,3	5,0	14,9	53,2	21,0	5,3	0,2

\* Zelfde mengsel als voor de trilzeef is gebruikt.

TABEL 11

Zeefduur in minuten	Te zeven mate- riaal in grammen	Mengsel bestaande uit 50 % 16—43 $\mu$ en 50 % 43—74 $\mu$													
		Rotap-zeefmachine							Trilzeef						
		16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$	16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$
10	5	50,0	45,2	1,7	1,6	1,0	0,4	0,1	46,1	44,9	6,6	0,8	0,8	0,6	0,2
20	5	52,2	42,5	1,9	1,7	1,0	0,7	—	45,6	45,0	6,4	1,4	0,9	0,6	0,1
30	5	51,8	43,0	1,5	1,8	1,1	0,7	0,1	43,8	45,4	7,5	1,4	1,1	0,6	0,2
10	10	50,9	46,6	1,8	0,3	0,2	0,1	0,1	45,3	47,0	7,3	0,2	0,1	0,1	—
20	10	50,3	47,2	1,7	0,4	0,2	0,2	0,2	46,9	46,0	6,6	0,2	0,1	0,1	0,1
30	10	52,7	45,5	1,2	0,3	0,1	0,2	—	45,5	47,2	6,8	0,2	0,1	0,1	0,1
10	20	50,7	47,5	1,3	0,2	0,1	0,1	0,1	46,1	45,8	7,7	0,2	0,1	0,1	—
20	20	50,8	47,7	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1	45,7	44,1	9,8	0,1	0,1	0,1	0,1
30	20	50,7	47,2	1,5	0,2	0,2	0,1	0,1	43,6	46,2	9,7	0,2	0,1	0,1	—

de Rotap-zeefmachine, onafhankelijk zijn van den zeefduur en van de hoeveelheid te zeven materiaal, althans tot 20 minuten zeven, (resp. tot 20 gram materiaal toe). De resultaten met de trilzeef verkregen, zijn eveneens onafhankelijk van den zeefduur; bij 20 gram te zeven materiaal worden echter iets grootere gehalten aan de fractie 147—208  $\mu$  en iets kleinere gehalten aan de fractie 74—104  $\mu$  verkregen, dan indien van 5 of 10 gram materiaal werd uitgegaan. Ook bij 20 gram uitgangsmateriaal wordt bij de trilzeef echter geen invloed van den zeefduur waargenomen. Beide zeven — de trilzeef mogelijk niet geheel, indien van 20 gram materiaal wordt uitgegaan — geven dus z.g. absolute cijfers of zijn in hun absoluut gebied, d.w.z. de zeefresultaten zijn onafhankelijk van de zeefomstandigheden (zeefduur en hoeveelheid te zeven materiaal).

Vergelijken we nu de met beide zeven verkregen resultaten, dan valt het op, dat de trilzeef iets hogere gehalten aan de fractie 104—147  $\mu$  en vooral aan de fractie 147—208  $\mu$  geeft, daarentegen lagere gehalten aan de fractie 74—104  $\mu$ . De Rotap-zeefmachine zeeft dus bij deze mengsels (iets) intensiever dan de trilzeef. Van belang is op te merken, dat door langer te zeven bij de trilzeef het resultaat, verkregen met de Rotap-zeefmachine, niet dichtër wordt benaderd. Een — zij het dan ook gering — specifiek verschil in uitkomsten wordt dus door de methode van zeven veroorzaakt. De trilzeef zeeft blijkbaar niet intensief genoeg (zie echter ook hieronder). Alvorens hierop verder in te gaan, kan worden opgemerkt, dat ook uit tabel 11 volgt, dat de met ieder van de beide zeefmethoden (zeefmachines) verkregen resultaten onafhankelijk zijn van den zeefduur en van de hoeveelheid te zeven materiaal. Duidelijker nog dan uit tabel 10 blijkt, dat de trilzeef iets minder intensief zeeft dan de Rotap-zeefmachine. Het gehalte van de fractie 74—104  $\mu$  is bij gebruik van de trilzeef immers hooger en van de fractie 16—43  $\mu$  lager dan bij gebruik van de Rotap-zeefmachine.

Uit de boven beschreven proefnemingen volgt dus, dat, willen de resultaten van de zeefanalyses niet conventioneel zijn, d.w.z. niet afhangen van de gevolgde zeefmethode (zeefmachine), dit zeven voldoende intensief moet geschieden. Het lijkt dus dienstig een standaardzeefmethode uit te kiezen, waarbij de gebruikte zeefmachine uit den aard der zaak dus zoo intensief zeeft, dat een zoo mogelijk nog grooteren intensiteit geen invloed meer op de resultaten uitoefent.

Dit specifiek verschil tusschen de beide onderzochte zeefmachines kan veroorzaakt zijn door het gehalte van deeltjes met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de betreffende doorsnede van de zeefopening, indien bij beide machines de kans, dat deze deeltjes de betreffende zeef zullen passeeren, niet gelijk is. Hiertegen spreekt echter het feit, dat de zeefduur de zeefresultaten niet beïnvloedt (althans niet bij deze mengsels; zie echter ook hieronder), hetgeen bij de trilzeef dan wel het geval had moeten zijn. De kans, dat deze deeltjes de betreffende zeef passeeren, neemt immers ook met den zeefduur toe. Waarschijnlijker lijkt de verklaring, dat bij de trilzeef de fijnste fracties beginnen te stuiven (luchtsuspensie vormen), waardoor de fijnste deeltjes de zeef niet of althans niet volledig zullen passeeren.

Het bovenstaande maakt den indruk, alsof voor het droogzeven van gronden deze trilzeef zeer goed bruikbaar is, aangezien hierin slechts zelden

dergelijke hooge percentages aan 1 of 2 opeenvolgende fracties als in de gebruikte mengsels voorkomen. Dat dit toch niet het geval is, bleek uit een onderzoek, uitgevoerd in samenwerking met het Bodemkundig Laboratorium te Kampen. Hierbij werd gebruik gemaakt van dezelfde zandfracties van dezelfde 5 grondmonsters als voor het hiervoor genoemde onderzoek (tabel 9). De werkwijze was dezelfde. Ook nu werd 20 gram gedurende 10 minuten (een enkele maal gedurende 20 minuten) zoowel met de Rotap-zeefmachine als met de trilzeef gezeefd, waarbij nu van een op het Bodemkundig Instituut aanwezig zeefstel werd gebruik gemaakt (in beide machines werden in totaal 8 zeven gebruikt; de grofste zeven waren weggelaten). Fouten tengevolge van het gebruikte zeefstel of tengevolge van de heterogeniteit van het gebruikte monster kunnen ook nu niet optreden. De resultaten van de bepalingen zijn in tabel 12 weergegeven.

Uit tabel 12 volgt, dat de met de trilzeef verkregen resultaten voor de fijnste gronden belangrijk van de met de Rotap-zeefmachine verkregen resultaten afwijken. De gehalten aan de fijnste fracties zijn bij gebruik van de trilzeef soms aanmerkelijk lager dan bij gebruik van de Rotap-zeefmachine. Bovendien werden met de trilzeef soms zeer slecht kloppende duplobepalingen

TABEL 12

*Gezeefd werd met 20 gram zandfractie (16—2000  $\mu$ ). Hetzelfde zeefstel (B.I.) werd steeds gebruikt, terwijl na iedere bepaling de fracties weer werden samengevoegd, gemengd en opnieuw gezeefd*

## Rotapzeef

Monster	Zeef tijd in min.	Subfracties								
		16— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$
6 D	10	33,3	12,5	37,8	10,4	2,5	1,8	0,9	0,6	0,2
	10	35,0	11,9	37,5	9,6	2,5	1,8	0,9	0,6	0,2
	Gem.	34,2	12,2	37,6	10,0	2,5	1,8	0,9	0,6	0,2
	20	34,7	12,9	37,6	8,4	2,6	1,9	1,0	0,7	0,2
	20	32,1	13,2	39,4	9,0	2,5	1,9	0,9	0,7	0,3
	Gem.	33,4	13,1	38,5	8,7	2,5	1,9	1,0	0,7	0,2
7 D	10	11,8	7,9	31,0	32,4	16,1	0,6	0,1	0,1	—
	10	12,3	8,4	30,3	32,7	15,4	0,7	0,1	0,1	—
	Gem.	12,1	8,1	30,7	32,5	15,8	0,6	0,1	0,1	—
8 D	10	2,9	1,9	11,3	31,3	47,6	4,0	0,6	0,3	0,1
	10	2,8	2,2	11,1	30,1	48,3	4,3	0,7	0,4	0,1
	Gem.	2,9	2,0	11,2	30,7	48,0	4,1	0,7	0,3	0,1
9 D	10	0,5	0,6	2,4	6,2	37,9	30,1	12,4	8,5	1,4
	10	0,6	0,6	2,3	6,3	37,9	30,2	12,2	8,6	1,3
	Gem.	0,6	0,6	2,3	6,3	37,9	30,1	12,3	8,6	1,3
10 D	10	0,1	0,1	0,2	0,9	7,6	5,6	20,1	51,7	13,7
	10	0,1	0,1	0,2	0,9	7,8	5,4	20,6	51,2	13,7
	Gem.	0,1	0,1	0,2	0,9	7,7	5,5	20,4	51,4	13,7

## Trilzeef

Monster	Zeef tijd in min.	Subfracties								
		16— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$
6 D	10	21,3	8,2	43,8	19,5	3,4	1,9	0,9	0,7	0,3
	10	17,7	8,7	46,3	20,6	3,1	1,8	0,9	0,6	0,3
	Gem.	19,5	8,5	45,0	20,1	3,2	1,9	0,9	0,6	0,3
	20	30,1	8,6	40,4	14,3	2,9	1,9	0,9	0,7	0,2
	Gem.	22,1	7,4	43,0	20,2	3,2	2,1	1,0	0,7	0,3
7 D	10	5,9	4,9	28,5	37,8	21,7	1,0	0,1	0,1	—
	10	5,1	4,2	26,9	39,1	23,4	1,1	0,1	0,1	—
	Gem.	5,5	4,6	27,7	38,4	22,6	1,0	0,1	0,1	—
8 D	10	1,6	1,5	8,5	23,1	58,6	5,6	0,7	0,3	0,1
	10	1,5	1,3	9,2	25,5	56,1	5,2	0,8	0,3	0,1
	Gem.	1,6	1,4	8,8	24,3	57,4	5,4	0,7	0,3	0,1
9 D	10	0,3	0,3	2,0	4,6	31,5	36,5	14,0	9,4	1,4
	10	0,2	0,3	1,8	5,0	31,9	36,8	13,2	9,4	1,4
	Gem.	0,3	0,3	1,9	4,8	31,7	36,6	13,6	9,4	1,4
10 D	10	—	0,1	0,1	0,7	7,1	5,5	16,1	55,1	15,3
	10	—	0,1	0,2	0,7	7,2	5,5	16,9	54,4	15,0
	Gem.	—	0,1	0,2	0,7	7,1	5,5	16,5	54,8	15,1

verkregen (zie bijv. de bepalingen, waarbij 20 minuten gezeefd werd). Bij monster 6 D bleek — althans bij één bepaling (zeefduur 10 en 20 minuten) — de zeefduur van invloed te zijn<sup>156</sup>). Hieruit volgt dan ook, dat in tegenstelling met wat op grond van de resultaten, in tabel 10 en 11 weergegeven, was verwacht, de trilzeef voor het (droog) zeven van zandfracties ongeschikt is. De oorzaak daarvan ligt, zooals reeds werd opgemerkt, waarschijnlijk aan het feit, dat de fijnste fracties tijdens het zeven stuiven, hetgeen overigens niet steeds in dezelfde mate het geval behoeft te zijn (oncontroleerbare oorzaken). De stuivende deeltjes passeeren de zeven uiteraard zeer onvolledig, waardoor dus het verschil in resultaten verklaard kan worden. Hierbij kan worden opgemerkt, dat aan de bevestiging van de zeven in de trilzeefmachine de uiterste zorg is besteed. Dit laatste werd gedaan, aangezien de hiervoor genoemde analist van het Bodemkundig Laboratorium te Kampen met het zeefstel van dit laboratorium, echter met een zeefstel, bestaande uit 11 zeven, eveneens groote verschillen in resultaten verkreeg met de Rotap-zeefmachine en de genoemde trilzeef en dit mogelijk aan een onvoldoende bevestiging in de trilzeefmachine had kunnen liggen. Tenslotte kan worden opgemerkt, dat in alle gevallen, waarin de trilzeef werd toegepast (ingesteld op de minimum trilling) het zeefstel zelf ook de trilling had, die het zeefstel vermag te geven.

<sup>156</sup>) Bij gebruik van de Rotap-zeefmachine is bij hetzelfde monster (6 D) daarentegen het verkregen resultaat onafhankelijk van den zeefduur.

Bij het bovenstaande moge terloops worden opgemerkt, dat door vergelijking van tabel 9 met tabel 12 een indruk kan worden verkregen van den invloed van het zeefstel, aangezien dezelfde zandfracties zijn gezeefd met de Rotap-zeefmachine, echter met een verschillend zeefstel. Uit een vergelijking van de resultaten blijkt, dat een aanzienlijk verschil in resultaten kan optreden, waaruit de noodzakelijkheid om de zeven te ijken duidelijk blijkt (zie ook hieronder). De eischen, gesteld aan de zeven in het betreffende Normaalblad N 480, zijn voor kwantitatieve doeleinden onvoldoende en zullen dan ook moeten worden aangevuld.

Uit het bovenstaande volgt, dat men er op verdacht moet zijn, dat de gebruikte zeefmachine voldoende intensief zeeft en geen aanleiding geeft tot stuiven, waarvoor vergelijking van de resultaten met een standaardzeefmethode (zeefmachine) noodig is. Voor zooverre geen geijkte zeven ter beschikking zijn, moet deze vergelijking met hetzelfde zeefstel en liefst met hetzelfde materiaal worden uitgevoerd om fouten tengevolge van de heterogeniteit van het monster buiten te sluiten.

Voor het beantwoorden van de vraag, in hoeverre bij gronden bij gebruik van een voldoende intensief zevende en niet stuivende zeefmachine en bij gebruik van geijkte zeven niet alleen absolute (d.z. geen conventionele), maar ook juiste resultaten worden verkregen, moet worden nagegaan welk gewichtspercentage van iedere fractie bestaat uit deeltjes, waarvan de overeenkomstige doorsneden tusschen de grenzen van de beschouwde fracties liggen en voor welk gewichtspercentage dit niet het geval is. Deze contrôle is alleen mogelijk door meting van de doorsneden van de deeltjes onder het microscoop, waarbij een correctie voor de derde doorsnede is aangebracht<sup>156</sup>). Deze contrôlemetingen zijn niet uitgevoerd, aangezien deze zeven nog niet konden worden geijkt, in verband met de onmogelijkheid in deze tijden de benodigde ijkfracties te maken. Het is dus nog niet bekend, in hoeverre de met voldoende intensief zevende zeefmachines verkregen resultaten behalve absoluut (niet conventioneel) ook juist zijn.

Vatten we het voorgaande kort samen, dan kan mijns inziens wel worden vastgesteld, dat bij voldoende intensief zevende echter niet stuivende zeefmachines absolute resultaten worden verkregen, indien ook de andere omstandigheden (zeefduur en hoeveelheid te zeven materiaal) zoo zijn gekozen, dat absolute cijfers worden verkregen. Aangezien men op het oog slecht beoordeelen kan, of een zeefmachine voldoende intensief zeeft, is vergelijking met een standaardzeefmachine dringend noodzakelijk, waarvoor naar het ons voorkomt de Rotap-zeefmachine kan worden gekozen.

Hiervoor werd opgemerkt, dat een vergelijking tusschen de verschillende zeefmachines alleen mogelijk is, indien hetzelfde zeefstel voor alle onderzoeken wordt gebruikt dan wel van geijkte zeven wordt uitgegaan. Deze ijking kan op soortgelijke wijze geschieden als voor het zeefje, dat gebruikt wordt voor de eerste scheiding (natzeven) van den voorbereikten grond bij de in deze publicatie besproken gecombineerde zeef-pipetmethode. Dat wil dus zeggen met behulp van een zeeffractie, waarvan de grenzen weinig uiteen en wel ter weerszijden van de doorsneden van de zeefopening liggen;

<sup>156</sup>) Zie de in noot 153 aangehaalde literatuur.

zoo bijv. de zeef van  $105 \mu$  met de fractie  $95-115 \mu$ , enz. Bovendien moet de deeltjesgrootte van deze fractie vaststaan. De bereiding van deze fracties kan geschieden met behulp van die vaten van KOPECKY, waarvan het cilindrische gedeelte lang genoeg is, aangezien hierin de strooming met voldoende benadering als lamellair kan worden opgevat (zie hiervoor hoofdstuk II). Verder zal in verband met de grootere deeltjesdoorsnede als suspensiemiddel een vloeistof gekozen moeten worden met een dergelijke hoge viscositeit en dichtheid, dat voor de bezinkingsnelheid van de deeltjes de Wet van STOKES geldig is. Tevens wordt hierdoor aansluiting verkregen met de volgens de Wet van STOKES bepaalde deeltjesgrootten, die met behulp van de pipetmethode worden bepaald. Men zie hiervoor ook hoofdstuk II en verder sub B, afdeling I, van dit hoofdstuk.

Alvorens tot de bespreking van de andere factoren over te gaan, moge hier nog worden opgemerkt, dat, indien men twee reeksen geijkte zeven beide met opklimmingen in de zeefopeningen van telkens  $\sqrt{2} \times$  de voorgaande neemt, maar waarbij de zeefopeningen echter verschillend zijn — bijv.  $50-71-100$  en resp.  $60-85-120 \mu$ , enz. — men binnen omstreeks dezelfde foutengrenzen als bij welke andere methode ook dezelfde sommatiekromme zal vinden. Hierover werden door mij weliswaar geen waarnemingen verricht, aangezien de daarvoor benodigde zeefstellen niet ter beschikking waren. Een en ander is echter zoo vanzelfsprekend, dat mij hierover overigens geen experimenteele bewijzen noodig lijken. Afwijkingen, die daardoor veroorzaakt worden, dat in het eene geval juist wel en in het andere geval juist geen groot aantal korrels (hoog gewichtspercentage) een doorsnede van omstreeks de doorsnede van de zeefopeningen van een bepaalde zeef hebben, komen ook bij de methode KOPECKY, ATTERBERG, enz. voor, indien bijv. bij de methode ATTERBERG de bezinkingstijd in het eene geval wel en in het andere geval niet zoo gekozen is, dat een groot aantal korrels een doorsnede heeft, die al dan niet weinig verschilt van die, overeenkomende met den bezinkings-tijd, waarbij wordt geslibd, enz. Er is geen enkele reden, waarom de zeefmethode hier een andere plaats zou innemen dan bijv. de methode ATTERBERG, KOPECKY, enz. Een eisch, waaraan voldaan moet worden, is echter, dat de zeven geijkt moeten zijn, d.w.z. dat de gemiddelde doorsnede van de zeefopening binnen bepaalde, voor het resultaat van het zeven toelaatbare, doorsneden moet liggen.

*b. De doorsnede van de zeef en de hoeveelheid te zeven materiaal; voor welk gedeelte van de korrels zal de zeefmethode conventionele waarden kunnen geven* <sup>187)</sup>

Gaan we nu over tot de beschouwing van den invloed van de doorsnede (oppervlakte van de zeef) en van de hoeveelheid te zeven materiaal, dan kunnen we deze factoren wel tezamen aanduiden als de invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal per oppervlakte-eenheid van het zoo te noemen zevend oppervlak. Zoolang immers de zeef niet zoo groot wordt, dat het materiaal niet meer gedurende het zeven gelijkmatig over het zeef-

<sup>187)</sup> Om misverstand te voorkomen, wordt hier opgemerkt, dat alle verdere analyses met behulp van de Rotap-zeefmachine zijn uitgevoerd.



oppervlak verdeeld wordt en voortdurend van plaats en stand verandert, zal de zeefdoorsnede geen invloed hebben, mits natuurlijk de hoeveelheid materiaal per eenheid van zevend oppervlak onder de grens ligt, waaronder de hoeveelheid te zeven materiaal geen invloed uitoefent.

Alvorens hierop in te gaan, willen we eerst aantoonen, dat in bepaalde gevallen de resultaten van een goede zeefmethode afhangen van de kans, die de (niet-bolvormige) gronddeeltjes gehad hebben om door de zeefopeningen heen te geraken. Deze gevallen betreffen steeds die korrels, waarvan 1 of 2 doorsneden kleiner zijn dan de doorsnede van de zeefopening. Afgezien van deze deeltjes is bij een goede zeefmethode de zeefdruur immers lang genoeg geweest om alle andere korrels voor zooverre mogelijk de betreffende zeven te doen passeeren. Practisch zal men dit bij *gronden* merken, indien het gehalte van deze korrels voldoende groot is. Dit is nog in versterkte mate het geval bij fracties, waarvan de grenzen aan weerszijden van de zeefopening liggen, of althans weinig daarvan verschillend zijn. Een voorbeeld moge dit verduidelijken:

Tijdens het zeven van een groot aantal grondmonsters werden telkens de zandfracties verzameld. Met de fractie 16—43  $\mu$  werd nu, uitgaande van 50 gram materiaal, gedurende 20 minuten gezeefd. Deze bepaling werd in 4-voud verricht. Iedere bepaling was het gemiddelde van twee bepalingen, die met twee verschillende zeefstellen waren uitgevoerd. Uit tabel 13 blijkt, dat de reproduceerbaarheid der zeefmethode voortreffelijk is.

TABEL 13

*Fractie 16—43  $\mu$ . Gemiddelden van twee zeefstellen. Uitgegaan werd van 50 gram grond, zeefdruur 20 minuten*

Bepaling	Zeeffracties in procenten van de oorspronkelijke fractie				
	16—43 $\mu$	43—74 $\mu$	74—104 $\mu$	104—107 $\mu$	147—208 $\mu$
1	87,4	12,0	0,4	0,1	0,1
2	86,7	12,8	0,3	0,1	0,1
3	85,5	14,1	0,3	0,1	0,0
4	86,5	13,2	0,3	0,0	0,0
Gemiddeld	86,5	13,0	0,3	0,1	0,1

Aangezien deze geheele fractie de zeef van 43  $\mu$  reeds eenmaal is gepasseerd — nl. tijdens het zeven van de grondmonsters, waaruit deze fractie verzameld is — was het van belang na te gaan, welke beteekenis aan het gehalte van de fractie 43—74  $\mu$ , die dus feitelijk niet in de fractie 16—43  $\mu$  had mogen voorkomen, moet worden gehecht. Het totale bedrag aan de fractie 43—74  $\mu$ , welke fracties telkens bij elkaar waren gevoegd, bedroeg 59,081 gram. Deze fractie werd nu opnieuw gezeefd, waarbij telkens het materiaal, dat op de zeef met openingen van 43  $\mu$  bleef liggen — dus telkens de fractie 43—74  $\mu$  — opnieuw gedurende 20 minuten werd gezeefd. Hierbij bleek, dat het gehalte van de fractie 43—74  $\mu$  na iedere keer zeven terugloopt. Beginnende met

59,081 gram bleef tenslotte na 10-maal zeven nog slechts 12,490 gram over. Er valt niet aan te twifelen, dat, wanneer nog langer op deze manier doorgezeefd was, tenslotte in het geheel geen fractie 43—74  $\mu$  zou zijn overgebleven in overeenstemming dus met het feit, dat reeds eerder — nl. tijdens het zeven van de zandfractie van gronden, waaruit de fractie 16—43  $\mu$  werd verzameld — deze deeltjes de zeef van 43  $\mu$  waren gepasseerd.

De oorzaak van het bovengenoemde verschijnsel moet gezocht worden in het feit, dat het voor de betreffende deeltjes blijkbaar een kwestie van trefkans is, mede in verband met den vorm van de deeltjes, of een deeltje op de zeef blijft liggen dan wel de betreffende zeef passeert.

In verband met het bovenstaande lijkt het gewenscht, alvorens hierop verder in te gaan, te bewijzen, dat tijdens het zeven geen versplintering optreedt. Dat dit ook gedurende 20 minuten zeven niet het geval is, volgt uit het feit, dat het resultaat van het zeven van grondmonsters niet beïnvloed wordt door den duur van den zeeftijd (zie hieronder), hetgeen alleen mogelijk is, indien geen versplintering tijdens het zeven optreedt. Zeer fraai wordt dit door het volgende experiment aangetoond:

Uitgaande van 10 gram van de fractie 43—74  $\mu$  (men kan uiteraard ook van een andere fractie uitgaan) werd deze gedurende 5 minuten gezeefd. Het op de zeef met openingen van 43  $\mu$  achtergebleven materiaal werd met hetzelfde zeefstel opnieuw 5 minuten gezeefd. Het nu op de zeef met openingen van 43  $\mu$  achtergebleven materiaal werd nog eens 5 minuten met hetzelfde zeefstel gezeefd, enz. De overige tijdens het zeven verkregen fracties werden verzameld. Na 5 maal zeven werden alle fracties weer bij elkaar gevoegd en gemengd, waarmede dus weer de oorspronkelijke fractie 43—74  $\mu$  werd herkregen. Deze fractie werd nog eens met hetzelfde zeefstel gedurende 5 minuten gezeefd. De resultaten zijn in tabel 14 aangegeven.

TABEL 14

*Fractie 43—74  $\mu$ . Gezeefd werd telkens gedurende 5 minuten*

Hoeveelheid materiaal in grammen	Afname fractie 43—74 $\mu$ per 1 $\times$ zeven in grammen	Samenstelling in procenten							Opmerkingen
		16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	> 295 $\mu$	
10,000	—	2,1	85,0	12,1	0,4	0,1	0,1	0,2	Oorspronkelijke fractie
8,516	1,484	1,0	94,1	4,7	0,0	0,1	0,1	0,0	
8,014	0,502	0,7	93,6	5,1	0,0	0,2	0,4	0,0	
7,546	0,468	0,6	96,8	2,4	0,0	0,1	0,1	0,0	
7,312	0,234	0,6	97,7	1,5	0,0	0,1	0,1	0,0	
10,082	*)	1,9	82,0	14,2	0,6	0,6	0,4	0,3	

\*) Afname na de vijfde maal zeven 0.161 gram; hoeveelheid materiaal nu 7.151 gram.

Uit tabel 14 blijkt, dat de hoeveelheid fractie 43—74  $\mu$  telkens achteruitgaat en na 5-maal zeven van 10,000 tot 7,151 gram is gedaald. Anderzijds blijkt het gehalte van de fractie 43—74  $\mu$  telkens hooger te zijn geworden. Was dan ook langer doorgezeefd, dan hadden we tenslotte een punt bereikt, waarbij het gehalte van de fractie 74—104  $\mu$  en de grovere fracties evenals van de fractie 16—43  $\mu$  nul zou zijn geweest. Gezien de daling in de afname van de fractie 43—74  $\mu$  zal dan nog ongeveer 60 à 65 % van de oorspronkelijke gewichtshoeveelheid zijn overgebleven. Deze hoeveelheid korrels hebben dus dergelijke afmetingen, dat zij in alle standen de zeef van 74  $\mu$  kunnen passeeren en in geen enkelen stand de zeef van 43  $\mu$ . Zelfs in deze fracties heeft het grootste gedeelte (60 à 65 %) van de deeltjes dergelijke afmetingen, dat bij een goede zeefmethode hiermede geen conventioneele waarden kunnen worden verkregen; dit is alleen mogelijk met de resteerende 35 à 40 %.

De bovengenoemde afname van de fractie van 43—74  $\mu$  gedurende het zeven — totaal dus gedurende 25 minuten — wordt niet veroorzaakt door versplintering, aangezien na opnieuw samenvoeging en menging van alle fracties binnen de foutengrenzen dezelfde gehalten herkegen worden als bij de eerste analyse (vergelijk de twee reeksen cursief gedrukte cijfers). Dit zou niet het geval zijn geweest, indien versplintering zou zijn opgetreden. In dat geval zou het gehalte aan de fractie 16—43  $\mu$  en 43—74  $\mu$  moeten zijn vergroot, hetgeen niet het geval is. Deze gehalten zijn zelfs iets kleiner geworden, hetgeen uiteraard niet het geval kan zijn en dan ook binnen de foutengrenzen ligt.

Ook uit de bovenbeschreven proefneming volgt dus, dat versplintering van de deeltjes gedurende het zeven niet optreedt.

Dat overigens de kans om in een goede positie te komen om de zeef te kunnen passeeren bepaalt, of een deeltje met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopening de betreffende zeef passeert, blijkt ook uit de volgende proeven. Hierbij werd uitgegaan van cilindrisch gevormde stalen staafjes met een lengte van 1 cm, 0,5 en 0,25 cm en met een dergelijke doorsnede, dat zij de zeef van 589  $\mu$ , echter niet de zeef van 417  $\mu$  kunnen passeeren. Hierbij werd uitgegaan van omstreeks 10 gram van deze staafjes, die een verschillend langen tijd gezeefd werden. In tabel 15 zijn de resultaten weergegeven. Bij al deze bepalingen werd steeds hetzelfde zeefstel gebruikt. De bepalingen werden in duplo uitgevoerd.

Uit tabel 15 blijkt, dat zelfs bij staafjes van 1 cm lengte na practisch 10 en in elk geval na 20 minuten, bij staafjes van 0,5 en 0,25 cm lengte in elk geval na 10 minuten, de staafjes de zeef met zeefopeningen van 833  $\mu$  hebben gepasseerd. In alle drie gevallen blijkt verder met een toenemenden zeeftijd het gedeelte van de staafjes, dat op de zeef 417  $\mu$  blijft liggen (en dus de zeef 589  $\mu$  is gepasseerd) te zijn toegenomen <sup>158)</sup>.

Naarmate de kans, die aan een staafje geboden wordt om de zeef te passeeren, grooter wordt — deze kans neemt met den zeefduur toe —, gaat

<sup>158)</sup> We zullen in het vervolg van de fractie 417—589  $\mu$ , 589—833  $\mu$  spreken, ofschoon in werkelijkheid de staafjes alle even lang (nl. resp. 1, 0,5 en 0,25 cm) en even dik zijn.

<sup>159)</sup> De staafjes van 0,5 en 0,25 cm lengte werden verkregen door de staafjes van 1 cm lengte door midden, resp. nog eens door midden te breken.

TABEL 15

*Uitgegaan werd van 10 gram staafjes van 1 resp. 0,5 cm en van 8,3 gram staafjes van 0,25 cm lengte*

Staafjes 1 cm lang				Staafjes 0,5 cm lang				Staafjes 0,25 cm lang			
Tijd zeven in minuten	Zeefracties in %			Tijd zeven in minuten	Zeefracties in %			Tijd zeven in minuten	Zeefracties in %		
	417—589 $\mu$	589—833 $\mu$	833—1168 $\mu$		417—589 $\mu$	589—833 $\mu$	833—1168 $\mu$		417—589 $\mu$	589—833 $\mu$	
10	11,3	84,8	3,9	10	17,6	82,4	0	10	57,3	42,7	
10	11,0	84,8	4,2	10	30,4	69,6	0	10	38,5	61,5	
Gem. 10	11,2	84,8	4,6	Gem. 10	24,0	76,0	0	Gem. 10	47,9	52,1	
20	21,2	78,7	0,1	20	44,5	55,5	0	20	68,0	32,0	
20	21,9	78,1	0	20	32,9	67,1	0	20	65,2	34,8	
Gem. 20	21,6	78,4	0	Gem. 20	38,7	61,3	0	Gem. 20	66,6	33,4	
30	26,1	73,9	0	30	63,8	36,2	0	30	88,5	11,5	
30	24,1	75,9	0	30	58,0	42,0	0	30	93,4	6,6	
Gem. 30	25,1	74,9	0	Gem. 30	60,9	39,1	0	Gem. 30	91,0	9,0	
40	51,8	48,2	0	40	75,9	24,1	0	40	99,0	1,0	
40	52,2	47,8	0	40	72,8	27,2	0	40	95,9	4,1	
Gem. 40	52,0	48,0	0	Gem. 40	74,4	25,6	0	Gem. 40	97,5	2,5	
50	65,3	34,7	0	50	82,9	17,1	0	50	95,9	4,1	
50	67,8	32,2	0	50	—	—	0	50	99,3	0,7	
Gem. 50	66,6	33,4	0	Gem. 50	82,9	17,1	0	Gem. 50	97,6	2,4	
60	68,1	31,9	0	60	82,6	17,4	0	60	99,4	0,6	
60	71,7	28,3	0	60	83,0	17,0	0	60	99,8	0,2	
Gem. 60	69,9	30,1	0	Gem. 60	82,8	17,2	0	Gem. 60	99,6	0,4	
120	98,9	1,1	0	120	98,8	1,2	0	120	100	0	
120	94,0	6,0	0	120	99,4	0,6	0	120	100	0	
Gem. 120	96,5	3,5	0	Gem. 120	99,1	0,9	0	Gem. 120	100	0	

dus een grooter gedeelte van de staafjes door de zeef heen. Vergelijken we staafjes van 1, 0,5 en 0,25 cm<sup>159)</sup>, dan is de kans, dat een staafje in de gunstige positie komt om de zeef met openingen van 589  $\mu$  te passeeren, bij denzelfden zeef tijd, grooter naarmate de staafjes korter zijn. Ook al is de reproduceerbaarheid van de bepalingen met de staafjes van 0,5 en 0,25 cm niet erg groot, zoo blijkt toch met zekerheid uit tabel 15, dat bij denzelfden zeef tijd het gehalte van de fractie 417—589  $\mu$  bij staafjes van 0,5 cm lengte

grooter is dan bij staafjes van 1 cm lengte en bij staafjes van 0,25 cm lengte weer grooter is dan bij staafjes van 0,5 cm lengte.

*Tenslotte volgt uit tabel 15, dat voor dergelijk gevormde deeltjes de resultaten van de zeeanalyse inderdaad sterk conventioneel en bij te lange zeeflijden onjuist worden, aangezien de overeenkomstige doorsnede van deze staafjes zeker grooter dan 589  $\mu$  zijn, nl. van de staafjes van 1 cm lengte 1592  $\mu$ , van 0,5 cm 1262  $\mu$  en van 0,25 cm 1002  $\mu$ .*

Aangezien in een zandfractie en zelfs niet in een subfractie daarvan alle deeltjes 1 of 2 doorsneden kleiner hebben dan de doorsnede(n) van de betreffende zeefopening(en) en deze deeltjes daarvan dus slechts een bepaald percentage uitmaken, was het van belang na te gaan, welke invloed het andere gedeelte van deze korrels uitoefent. Alvorens hierop in te gaan, mogen hier nog de resultaten worden weergegeven, die verkregen zijn bij het zeven van 8,3 en 1 gram van de bovengenoemde staafjes met een lengte van 0,25 cm. Deze resultaten zijn in tabel 16 aangegeven.

TABEL 16

*Staaftjes ter lengte van 0,25 cm gedurende een verschillenden tijd gezeefd*

Zeeflijd in minuten	8,3 gram staafjes		Zeeflijd in minuten	1 gram staafjes	
	417—589 $\mu$	589—833 $\mu$		417—589 $\mu$	589—833 $\mu$
10	57,3	42,7	10	72,1	27,9
10	38,5	61,5	10	69,6	30,4
Gemiddeld	47,9	52,1	Gemiddeld	70,9	29,1
20	68,0	32,0	20	89,8	10,2
20	65,2	34,8	20	88,5	11,5
Gemiddeld	66,6	33,4	Gemiddeld	89,2	10,8
30	88,5	11,5	30	91,4	8,6
30	93,4	6,6	30	95,0	5,0
Gemiddeld	91,0	9,0	Gemiddeld	93,2	6,8
40	99,0	1,0	40	98,2	1,8
40	95,9	4,1	40	93,9	6,1
Gemiddeld	97,5	2,5	Gemiddeld	96,1	3,9
50	95,9	4,1	50	98,2	1,8
50	99,3	0,7	50	100,0	0
Gemiddeld	97,6	2,4	Gemiddeld	99,1	0,9
60	99,4	0,6	60	100	0
60	99,8	0,2	60	100	0
Gemiddeld	99,6	0,4	Gemiddeld	100	0
120 (beide bep.)	100	0			

Uit tabel 16 volgt, dat de hoeveelheid te zeven materiaal bij de kortere zeef tijden althans een duidelijken invloed uitoefent, ondanks het feit, dat rond 8 gram materiaal reeds een geringe hoeveelheid uitmaakt. Ook hieruit volgt dus, dat voor deeltjes, waarvan 1 à 2 doorsneden kleiner zijn dan de doorsnede van de betreffende zeef, de zeefmethode conventioneel is en blijft.

Om nu den invloed van het zeefmateriaal te bestudeeren, waarvan *alle* doorsneden grooter zijn dan de doorsnede van de betreffende zeefopening, werden proefnemingen genomen met mengsels van staafjes van 0,5 cm lengte en van glaspereis (ronde bolletjes) met een doorsnede van 589—833  $\mu$ . Deze glaspereis passeeren de zeef van 589  $\mu$  dus niet, maar veranderen de kans van de staafjes om deze zeef te passeeren. De gehalten van de staafjes *op het totaal gewicht van de staafjes* (de pereis blijven dus buiten beschouwing) uitgedrukt, zooals deze na verschillende zeef tijden bepaald werden, zijn in tabel 17 aangegeven. Aangezien de duplobepalingen weinig onderling verschillen — afgezien van het geval (zie hiervoor), dat de massa geheel uit staafjes bestaat — zijn alleen de gemiddelde cijfers vermeld. Bij deze bepalingen werd steeds uitgegaan van 10 gram mengsel.

Uit tabel 17 blijkt, dat er weinig verschil bestaat tusschen resultaten, verkregen met de staafjes alleen dan wel met het mengsel, bestaande uit

TABEL 17

*Uitgegaan werd van 10 gram mengsel; de staafjes zijn 0.5 cm lang*

Zeefduur in minuten	Het mengsel bestaat uit:							
	100 % staafjes		50 % staafjes 50 % pereis		25 % staafjes 75 % pereis		10 % staafjes 90 % pereis	
	Zeef fractie in %		Zeef fractie in %		Zeef fractie in %		Zeef fractie in %	
	417— 589 $\mu$	589— 1168 $\mu$	417— 589 $\mu$	589— 1168 $\mu$	417— 589 $\mu$	589— 1168 $\mu$	417— 589 $\mu$	589— 1168 $\mu$
10	24,0	76,0	19,8	80,2	21,2	78,8	39,0	61,0
20	38,7	61,3	41,0	59,0	42,8	57,2	59,0	41,0
30	60,9	39,1	61,4	38,6	66,0	34,0	80,0	20,0
40	74,4	25,6	72,8	27,2	75,6	24,4	88,0	12,0
50	82,9	17,1	81,6	18,6	85,2	14,8	97,0	3,0
60	82,8	17,2	86,8	13,2	90,4	9,6	100,0	0,0
120	99,1	0,9	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

*Opmerking:* De gehalten hebben alle betrekking op de ijzeren staafjes en het gedeelte daarvan, dat in de betreffende fracties aanwezig is (som = 100).

50 % staafjes en 50 % pereis. Naarmate het gehalte aan de staafjes echter verder afneemt, neemt het percentage van deze staafjes, dat in denzelfden zeef tijd de zeef passeert, toe. Hieruit is zonder meer niet af te leiden, welken invloed de pereis uitoefenen, aangezien immers met een dalend percentage

ook het absolute gewicht (aantal) van de staafjes afneemt. Om dezen invloed na te gaan, werd nog eens het zeefresultaat verkregen met 1 gram staafjes van een lengte van 0,25 cm, vergeleken met het resultaat, verkregen met 10 gram mengsel, bestaande uit 1 gram staafjes van een lengte van 0,25 cm (dezelfde staafjes als voor de hierboven genoemde proef zijn gebruikt) en 9 gram parels van 589—833  $\mu$ .

De resultaten daarvan zijn in tabel 18 aangegeven.

Uit tabel 18 volgt, dat de toevoeging van de parels het zeven ten zeerste heeft versneld. Bedenken we nu, dat van deze staafjes de lengte nog steeds vijfmaal zoo groot is als de doorsnede en bij gronden binnen de zandfractie (16—2000  $\mu$ ) verreweg het grootste gedeelte van de korrels vormen zullen hebben, waarvan de grootste doorsnede veel minder dan vijfmaal zoo groot als de andere doorsneden is, dan is het nu verklaarbaar geworden, waarom bij gronden, zij het dan ook niet bij zeefracties van gronden, het zeefresultaat onafhankelijk is van den zeefduur en de hoeveelheid te zeven materiaal (zie hieronder), ook al bestaat, zoals we nu weten, een gedeelte uit korrels, waarvan 1 of 2 doorsneden kleiner zijn dan de doorsneden van de betreffende zeven. Bij gronden zullen de korrels met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopeningen van de betreffende zeven deze zeef veel

TABEL 18

Zeef tijd in minuten	1 gram staafjes 0,25 cm lengte		Zeef tijd in minuten	Mengsel 1 gram staafjes 0,25 cm lengte + 9 gram parels 589—833 $\mu$	
	417—589 $\mu$	589—833 $\mu$		417—589 $\mu$	589—833 $\mu$
10	72,1	27,9	10	65,0	35,0
10	69,6	30,4	10	70,0	30,0
Gemiddeld	70,9	29,1	Gemiddeld	67,5	32,5
20	89,8	10,2	20	100	0
20	83,5	11,5	20	100	0
Gemiddeld	89,2	10,8	Gemiddeld	100	0
30	91,4	8,6			
30	95,0	5,0			
Gemiddeld	93,2	6,8			
40	98,2	1,8			
40	93,9	6,1			
Gemiddeld	96,1	3,9			
50	98,2	1,8			
50	100,0	0			
Gemiddeld	99,1	0,9			

sneller passeeren dan zelfs staafjes van 0,25 cm lengte, aangezien de afwijking van den bolvorm belangrijk geringer is, terwijl bovendien in gronden het gehalte van de deeltjes met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopeningen van de zeven klein is.

Hiermede is niet in tegenspraak het feit, dat bij hernieuwd zeven van fracties, zooals deze bij de analyse van talrijke gronden verkregen zijn, zoowel fijnere als grovere fracties verkregen worden dan de betreffende fractie zelf (vergelijk bijv. tabel 13 en 14). Hier is de korrelmassa met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopeningen van de betreffende zeef, veel en veel grooter dan ooit in een grond het geval is. In een grond bevindt zich namelijk een veel kleiner gehalte aan deze korrels en daarmede tevens een veel hoger gehalte aan korrels, waarvan alle 3 doorsneden grooter dan de betreffende doorsneden van de zeefopeningen zijn, waardoor het zeven, zooals we gezien hebben, versneld wordt. Het feit, dat het resultaat van de zeefanalyse onafhankelijk is van den zeefduur, bewijst immers, dat al het materiaal na den kortsten zeefduur binnen de fouten grenzen reeds op de eindzeven ligt en bij langer zeven hier niet meer doorheen gaat. Ten bewijze daarvan moge nog de volgende proef dienen:

De zandfractie van een grond met een hoog gehalte aan een bepaalde fractie werd gezeefd (20 gram gedurende 10 minuten; de duplo-bepaling werd met hetzelfde materiaal uitgevoerd, door de fracties weer samen te voegen en te mengen). De fractie, waarvan het grootste gehalte werd gevonden, is opnieuw gezeefd (in duplo). De fracties, die daarmede verkregen werden, zijn weer samengevoegd, gemengd en nu aangevuld met zooveel materiaal (glasparels) van een grovere fractie, dat de hierop volgende grovere zeef (295  $\mu$ ) niet meer passeert, dat het gewicht van het mengsel weer 20 gram is, welk mengsel opnieuw (10 minuten) werd gezeefd (in duplo).

De resultaten van deze onderzoekingen zijn nu in tabel 19 medegedeeld, waarin alleen de gemiddelde cijfers van de duplobepalingen, die zeer weinig uiteenloopen, zijn aangegeven.

Uit tabel 19 blijkt, dat hernieuwd zeven van de fractie 208—295  $\mu$ , zooals te verwachten was, ook nog weer een zeker gehalte aan de grovere fractie leverde (3,9 % berekend op de fractie 208—295  $\mu$ , gevonden bij de eerste

TABEL 19

Te zeven materiaal	Grammen te zeven materiaal	Zeeffracties in %					
		104—147 $\mu$	147—208 $\mu$	208—295 $\mu$	295—417 $\mu$	417—589 $\mu$	589—833 $\mu$
Grondmonster B 10747 . . . . .	20	0,2	12,1	57,5	27,6	2,5	0,1
Fractie 208—295 $\mu$ van B 10747	11,3	—	1,5 0,9	91,7 52,7	6,8 3,9	(som = 100 %) (som = 57,5 %)	
Fractie 208—295 $\mu$ van B 10747 + 8,7 gram parels 295—417 $\mu$ = 20 gram mengsel	20	—	1,6 0,9	97,7 56,2	0,7 0,4	(som = 100 %— (som = 57,5 %)	



analyse van den grond zelf = 57,5 %), die dus de betreffende zeef *niet* gepasseerd is. Er is immers veel minder materiaal dan in den oorspronkelijken grond voorhanden, die het zeven bevordert, waardoor nog 3,9 % op de zeef 295  $\mu$  bleef liggen, dat bij het zeven van den grond zelf deze zeef wel is gepasseerd. Het mengsel van de betreffende fractie en van de glasparels (fractie 295—417  $\mu$ ) gaf daarentegen practisch weer hetzelfde resultaat als de oorspronkelijke grond (56,2 % tegen 57,5 %). Hieruit volgt dus, dat het zeven van dezen oorspronkelijken grond inderdaad practisch tot een eind was gekomen, in overeenstemming met het feit, dat de resultaten van de zeefanalyse onafhankelijk zijn van den zeefduur en de hoeveelheid te zeven materiaal; zie ook hieronder. Alleen het gedeelte van de fractie, die de zeef 208  $\mu$  na hernieuwd zeven met of zonder parels de zeef is gepasseerd, had bij het eerste zeven van het grondmonster zelf, de zeef reeds moeten passeeren. De fout, die hier gemaakt is (0,9 %), is echter gering en te verwaarloozen, zoodat de hiervoor genoemde conclusie practisch gehandhaafd blijft.

*Gaan we nu den invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal na, dan is reeds gebleken*<sup>160)</sup>, dat het voor het resultaat van het zeven onverschillig was, of bij de fractie 295—417  $\mu$  van 5 dan wel van 10 gram materiaal werd uitgegaan (zeeftijd 20 minuten). Daarentegen maakte het wel verschil, indien van 10 dan wel van 50 gram van de fractie 16—43  $\mu$  werd uitgegaan (zeeftijd 20 minuten), zij het dan ook, dat de verschillen slechts gering zijn, nl. 86,5 % fractie 16—43  $\mu$  en 13,0 % fractie 43—74  $\mu$ , indien van 50 gram, daarentegen 90,3 % fractie 16—43  $\mu$  en 9,6 % van de fractie 43—74  $\mu$ , indien van 10 gram materiaal werd uitgegaan. Om dit nog eens beter te bestudeeren, werden proefnemingen verricht met verschillende gewichtshoeveelheden van 2 fracties, nl. 74—104  $\mu$  en 208—295  $\mu$  en van 2 mengsels, nl. bestaande uit een mengsel van 50 % van de fractie 16—43  $\mu$  en 50 % van de fractie 43—74  $\mu$ , resp. uit een mengsel, bestaande uit 5 % van de fractie 43—74  $\mu$ ; 15 % van de fractie 74—104  $\mu$ ; 60 % van de fractie 104—147  $\mu$ ; 15 % van de fractie 147—208  $\mu$  en 5 % van de fractie 208—295  $\mu$ . Deze proefnemingen werden verricht met de Amerikaansche zeven, aangezien alleen voldoende fracties van analyses, die met deze zeven waren verricht, voorhanden waren. Zoowel de fracties als de mengsels werden bovendien gedurende 10, 20 en soms ook gedurende 30 minuten gezeefd. Hierbij werd steeds van hetzelfde zeefstel gebruik gemaakt. Om heterogeniteiten van het te zeven materiaal buiten te sluiten, werd telkens na afloop van iedere analyse de verkregen zeeffracties weer samengevoegd en gemengd, waarna hiermede de duplo-bepaling werd uitgevoerd. Verder werd iedere hoeveelheid van de gebruikte mengsels afzonderlijk door afwegen van de fracties samengesteld, waardoor ontmenging voorkomen is, aangezien iedere hoeveelheid mengsel in zijn geheel gebruikt werd en deze dus niet uit een grooten voorraad behoefde te worden afgewogen. De resultaten van deze metingen zijn in de tabellen 20 en 21 medegedeeld. Aangezien de duplo-bepalingen zeer goed overeenstemmen, wordt korthalshalve volstaan met de gemiddelde cijfers mede te deelen.

<sup>160)</sup> l. c. noot 4, blz. 285.

Uit tabel 20 volgt, dat bij de fractie 74—104  $\mu$  bij een zeef tijd van 20 minuten de resultaten slechts weinig afhankelijk zijn van de hoeveelheid te zeven materiaal (in elk geval tot 50 gram). Bij een zeef tijd van 10 minuten geldt dit in elk geval tot 20 gram materiaal; voor 50 gram materiaal was het zeefproces na 10 minuten blijkbaar nog niet ten einde. Van de fractie 208—295  $\mu$  zijn de resultaten voor beide zeef tijden en tot 50 gram materiaal weer slechts weinig afhankelijk van de hoeveelheid gebruikt materiaal, zij

TABEL 20

Zeefduur in minuten	Gram materiaal	Fractie 74—104 $\mu$							Zeefduur in minuten	Gram materiaal	Fractie 208—295 $\mu$						
		16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$			16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$
10	5,0	0,2	9,6	80,7	8,9	0,4	0,1	0,1	10	5,0	0,1	0,1	0,9	0,9	11,5	82,7	3,8
20	5,0	0,4	12,5	79,0	7,8	0,3	—	—	20	5,0	0,1	0,4	1,5	0,6	11,3	82,4	3,7
10	10,0	0,1	10,7	82,7	6,3	0,2	—	—	10	10,0	—	0,1	0,4	—	9,4	85,9	4,1
20	10,0	0,1	12,0	82,4	5,4	0,1	—	—	20	10,0	—	0,2	0,3	0,5	11,9	83,7	3,4
10	20,0	0,1	7,9	85,4	6,4	0,2	—	—	10	20,0	—	—	0,1	0,5	9,3	86,3	3,8
20	20,0	0,1	6,9	87,5	5,3	0,2	—	—	20	20,0	—	0,1	0,1	0,5	8,2	87,8	3,3
10	50,0	0,1	3,8	79,0	16,6	0,4	0,1	—	10	50,0	—	—	0,1	0,4	7,3	88,3	3,9
20	50,0	0,1	5,2	85,4	8,8	0,4	0,1	—	20	50,0	—	—	0,1	0,5	7,5	89,0	2,9

het dan ook, dat bij de grotere hoeveelheden iets meer aan de fractie 208—295  $\mu$  werd gevonden.

Nu bestaat een grond uiteraard niet uit één fractie. Het mengsel, in tabel 21 genoemd, nl. bestaande uit 5 % 43—74  $\mu$ ; 15 % 74—104  $\mu$ ; 60 % 104—147  $\mu$ ; 15 % 147—208  $\mu$  en 5 % 208—295  $\mu$  geeft reeds een slechts zelden voorkomende samenstelling van een grond aan (hoog gehalte van één fractie).

Uit tabel 21 volgt, dat voor beide zeef tijden en tot in elk geval 50 gram

TABEL 21

Zeefduur in minuten	Gram materiaal	Mengsel: 5 % 43—74; 15 % 74—104; 60 % 104—147; 15 % 147—208; 5 % 208—295 $\mu$							Zeefduur in minuten	Gram materiaal	Mengsel 50 % 16—43 $\mu$ en 50 % 53—74 $\mu$						
		16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$			16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 140 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$
10	5,0	0,5	6,1	16,9	52,7	16,0	7,1	0,7	10	5,0	50,0	45,2	1,7	1,6	1,0	0,4	0,1
20	5,0	0,7	7,1	19,9	51,4	15,6	5,2	0,1	20	5,0	52,2	42,5	1,9	1,7	1,0	0,7	—
10	10,0	0,5	5,8	18,4	53,0	17,1	5,0	0,2	30	5,0	51,8	43,0	1,5	1,8	1,1	0,7	0,1
20	10,0	0,5	6,5	20,0	51,3	15,8	5,6	0,3	10	10,0	50,9	46,6	1,8	0,3	0,2	0,1	0,1
10	20,0	0,5	6,5	17,6	52,7	17,1	5,4	0,2	20	10,0	50,3	47,2	1,7	0,4	0,2	0,2	—
20	20,0	0,5	6,4	18,1	53,8	15,8	5,1	0,3	30	10,0	52,7	45,5	1,2	0,3	0,1	0,2	—
10	50,0	0,5	5,9	18,0	54,1	16,2	5,1	0,2	10	20,0	50,7	47,5	1,3	0,2	0,1	0,1	0,1
20	50,0	0,5	5,4	16,8	53,7	18,5	4,8	0,3	20	20,0	50,8	47,7	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1
									30	20,0	50,7	47,2	1,5	0,2	0,1	0,1	0,1

de resultaten onafhankelijk zijn van de te zeven hoeveelheid materiaal. Het feit, dat de samenstelling na zeven anders uitvalt dan uit de menging zou volgen — dit geldt ook voor het nog te bespreken mengsel — wordt verklaard door de aanwezigheid van korrels met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopening (zie hiervoor).

Het mengsel, bestaande uit 50 % 16—43  $\mu$  en 50 % 43—74  $\mu$ , leverde eenzelfde resultaat op. Ook hier is het resultaat van het zeven bij alle drie zeeftijden onafhankelijk van de gebruikte hoeveelheid materiaal, waarbij echter nu niet verder dan tot 20 gram werd gegaan.

*Uit het voorgaande kan dan ook de conclusie worden getrokken, dat de, bij het zeven van gronden met behulp van de Rotap zeefmachine verkregen, resultaten tot in elk geval 20 gram (grootere hoeveelheden zijn hier niet van belang) onafhankelijk zijn van de hoeveelheid te zeven materiaal. Deze zeefmachine geeft dus in dit opzicht absolute (niet-conventionele) cijfers*

### c. De invloed van den zeefduur

Reeds eerder werd de invloed van den zeefduur bestudeerd<sup>161</sup>). De toentertijd verkregen resultaten mogen hier nogmaals worden aangehaald.

De invloed van den zeefduur werd nagegaan bij het monster Wm 460, dat daartoe in 8-voud was geslibd (methode ATTERBERG). De zandfractie werd gedurende verschillende tijden gezeefd. Voor iederen zeef tijd werden telkens dezelfde 2 zeefstellen gebruikt. In tabel 22 zijn de gemiddelde cijfers aangegeven.

Uit tabel 22 volgt, dat voor den betreffenden grond de zeefduur geen invloed uitoefent.

In de tweede plaats werd de fractie 43—74  $\mu$  gedurende een verschillenden

TABEL 22

Zeeftijd in minuten	Zeeffracties in procenten									
	16— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$	417— 589 $\mu$	589— 833 $\mu$	833— 1168 $\mu$	1168— 1651 $\mu$
5	1,5	3,1	13,6	40,4	26,8	12,5	1,7	0,2	0,1	0,1
10	1,2	2,7	14,1	39,3	27,0	13,5	1,8	0,3	0,1	—
15	1,2	2,6	13,5	39,9	27,6	13,2	1,7	0,3	—	—
20	1,5	3,1	16,0	40,2	25,8	11,7	1,5	0,2	—	—

tijd gezeefd. De bepalingen werden telkens in duplo met telkens dezelfde twee zeefstellen gezeefd. De gemiddelde cijfers zijn in tabel 23 medegedeeld.

Uit tabel 23 volgt, dat voor deze fractie een geringe invloed van den zeefduur is te bespeuren, zij het dan ook, dat na 15 minuten deze invloed zeker binnen de foutengrenzen ligt. Om dit nog eens verder te onderzoeken

<sup>161)</sup> I. c. noot 4, blz. 262—265.

werden de in sub 2 medegedeelde onderzoeken verricht (zie de tabellen 20 en 21). Noch bij de onderzochte fracties, noch bij de onderzochte mengsels is hier een invloed van den zeefduur waar te nemen. Ook bij het monster 6 D

TABEL 23

Zeef tijd in minuten	Zeeffracties in procenten							
	16— 43 $\mu$	43— 74 $\mu$	74— 104 $\mu$	104— 147 $\mu$	147— 208 $\mu$	208— 295 $\mu$	295— 417 $\mu$	417— 589 $\mu$
5	2,3	80,9	16,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
10	3,3	81,8	14,3	0,6	—	—	0,1	0,1
15	3,7	82,9	12,8	0,5	0,1	—	0,1	—
20	3,5	84,6	11,4	0,4	0,1	0,1	0,1	—
25	4,0	83,9	11,6	0,4	—	0,1	0,1	—
30	5,3	83,3	11,0	0,4	0,1	—	—	—

(tabel 12) was geen invloed van den zeefduur waar te nemen. Bedenken we, dat den grond uiteraard nooit geheel uit één fractie bestaat, dan kan uit het bovenstaande de conclusie getrokken worden, dat voor gronden de Rotap-zeefmachine resultaten geeft, die onafhankelijk zijn van den zeefduur. Ook in dit opzicht geeft de Rotap-zeefmachine dus absolute (niet-conventionele) cijfers.

#### d. De aard van de zeef (draadzeef of plaatzeef)

Waarschijnlijk onafhankelijk van de zeefmachine is de invloed, dien de aard van de zeven op de resultaten van de zeefanalyse uitoefent. Uit onderzoeken van zowel HISSINK<sup>162)</sup> als HARDON<sup>163)</sup> bleek, dat op dezelfde wijze gebruikte plaatzeven met ronde openingen evenveel doorlaten als draadzeven met uiteraard vierkante openingen, waarvan de doorsnede rond 0,85 gedeelte bedraagt van dat van de ronde openingen in de plaatzeef. Uit de proefnemingen van HARDON is wellicht nog een geringe afhankelijkheid van den vorm van deeltjes af te leiden, in zoverre het hiervoor aangegeven gedeelte voor ronde korrels iets groter was dan voor afgeronde en hoekige korrels. Met zekerheid is hierover echter uit deze waarnemingen niets af te leiden. Bij beide onderzoeken moet echter worden opgemerkt, dat de doorsnede van de zeefopeningen, zooals deze door de fabriek waren opgegeven, zijn aangenomen. Een ijking van de zeven heeft niet plaats gevonden.

Uit de verder in sub B te bespreken proefnemingen in verband met het natzeven (eerste scheiding) van de voorbereikte en uitgewasschen grondmonsters bleken plaatzeven met vierkante openingen veel langzamer te zeven dan draadzeven met openingen van dezelfde doorsnede (het aantal openingen per cm<sup>2</sup> is voor beide zeven dezelfde). Is dit ook het geval bij de plaatzeven met ronde openingen, dan lijkt het niet onwaarschijnlijk, dat de gangbare verklaring van het verschil in zeefresultaten verkregen met draadzeven en

<sup>162)</sup> Niet gepubliceerd.

<sup>163)</sup> Niet gepubliceerd.

plaatzeven met ronde openingen (met vierkante openingen zijn nooit onderzocht), wel eens onjuist kon zijn.

Deze gangbare verklaring<sup>164)</sup> komt hierop neer, dat, aangezien de gronddeeltjes niet bolvormig zijn, meer deeltjes de zeef met vierkante openingen (draadzeef) kunnen passeeren dan de zeef met ronde openingen. Plaatvormige deeltjes zouden bijv. een dergelijke doorsnede kunnen hebben, dat ronde openingen niet meer gepasseerd kunnen worden, daarentegen wel vierkante openingen (in de richting van de diagonaal). De boven waargenomen verschillen zouden dus moeten blijven bestaan, indien plaatzeven met ronde en met vierkante openingen van dezelfde doorsnede met elkaar vergeleken zouden worden. Anderzijds moeten met bolvormige deeltjes dezelfde resultaten verkregen worden, onafhankelijk van het feit, of hierbij draadzeven, dan wel plaatzeven met ronde of resp. met vierkante openingen echter met dezelfde zeefopeningen worden gebruikt.

De door HARDON verkregen resultaten, dat de korrelvorm weliswaar een invloed, maar dan toch slechts een geringen invloed uitoefent, wijst er reeds op, dat de boven aangegeven verklaring waarschijnlijk niet juist of althans niet geheel juist is.

Om bovengenoemde kwestie nog eens opnieuw te onderzoeken, zou men kunnen beginnen met zuivere bolvormige korrels (parels of hagel) zoowel met draadzeven als met plaatzeven met ronde openingen van dezelfde doorsnede te zeven, waarbij de parels dan een doorsnede zouden moeten hebben, die aan weerszijden van de doorsneden van de zeefopeningen liggen. Hierbij is dan zoowel op den invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal als op den zeeftijd te letten.

Anderzijds moet de doorlaatverhouding tusschen draadzeven en plaatzeven met ronde openingen van dezelfde doorsnede dezelfde zijn als tusschen plaatzeven met vierkante resp. met ronde openingen, indien de vorm van de deeltjes — en speciaal de van den bolvorm afwijkende vorm — de oorzaak van de verschillende resultaten is en niet het feit, dat juist het zeven wordt bespoedigd door het geweven zijn van de draadzeven, waardoor de openingen bij de draadzeven als het ware een golvenden rand bezitten, en door welke oorzaak de deeltjes wellicht sneller in een positie kunnen komen, dat zij de zeef kunnen passeeren dan dit bij de uiteraard platte plaatzeven het geval zal zijn.

Helaas zijn we slechts in het bezit van een draadzeef en een plaatzeef met ronde openingen met beide zeefopeningen van een doorsnede van 1 mm. Het aantal openingen per  $\text{cm}^2$  is van beide zeven dezelfde. Deze zeven zijn echter niet geijkt; de doorsneden van de zeefopeningen zijn door de fabriek verstrekt.

In de eerste plaats werden nu verschillende hoeveelheden glasparels met een doorsnede van omstreeks 0,6 tot 1,2 mm gedurende verschillende tijden gezeefd. Het zeefstel was gelijk, afgezien dan van de zeef van 1 mm ( $1000 \mu$ ), die in het ene geval een draadzeef en in het andere geval een plaatzeef met ronde openingen was. Na afloop van de bepalingen werden de fracties weer samengevoegd en voor de duplobepalingen nog eens gebruikt. Ook het

<sup>164)</sup> Zie bijv. de in noot 3 genoemde publicatie, blz. 645.

materiaal, dat voor beide zeven gebruikt was, was steeds hetzelfde. De resultaten van deze bepalingen zijn in tabel 24 aangegeven. Een fout tengevolge van de heterogeniteit van de glasparels is dus uitgesloten.

TABEL 24

*Glasparels 0.6—1.2 mm*

Hoeveelheid parels in grammen	Zeef-tijd in minuten	Draadzeef				Hoeveelheid materiaal in grammen	Zeef-tijd in minuten	Plaatzeef		
		417—589 $\mu$	589—833 $\mu$	833—1000 $\mu$	1000—1168 $\mu$			589—833 $\mu$	833—1000 $\mu$	1000—1168 $\mu$
5 gram	5	3,7	1,5	80,0	14,8	5 gram	5	2,1	51,2	46,7
	5	4,5	1,5	78,8	15,2		5	1,9	51,0	46,1
	Gem.	4,1	1,5	79,4	15,0		Gem.	2,0	51,1	46,9
	10	5,5	2,4	81,2	10,9		10	2,2	50,8	47,0
	10	5,9	2,5	79,6	12,0		10	2,9	49,9	47,2
	Gem.	5,7	2,5	80,4	11,4		Gem.	2,6	50,3	47,1
	20	5,2	3,4	82,5	8,9		20	5,5	48,4	46,1
	20	3,9	1,6	81,4	13,1		20	6,3	48,3	45,4
	Gem.	4,6	2,5	81,9	11,0		Gem.	5,9	48,4	45,7
	30	—	9,1	77,4	13,5		30	7,9	46,7	45,4
10 gram	30	—	6,8	82,8	10,4	30	5,6	48,0	46,4	
	Gem.	—	8,0	80,4	11,9	Gem.	6,8	47,3	45,9	
	5	0,2	0,8	87,6	11,4	10 gram	5	1,8	52,1	46,1
	5	0,3	1,1	84,5	14,1	5	1,7	52,0	46,3	
	Gem.	0,3	0,9	86,1	12,7	Gem.	1,8	52,0	46,2	
	10	—	2,4	88,4	9,2	10	3,8	50,9	45,3	
	10	—	0,5	83,4	16,1	10	4,1	50,4	45,5	
	Gem.	—	1,6	85,9	12,6	Gem.	4,0	50,6	45,4	
	20	—	2,3	90,0	7,7	20	4,3	49,8	45,9	
	20	—	3,0	90,0	7,0	20	5,1	49,0	45,9	
20 gram	Gem.	—	2,7	90,0	7,3	Gem.	4,7	49,4	45,9	
	30	—	0,9	90,6	8,5	30	6,4	49,3	44,3	
	30	—	8,5	83,9	7,6	30	5,5	51,0	43,5	
	Gem.	—	4,7	87,2	8,1	Gem.	6,0	50,1	43,9	
	5	—	0,8	99,1	0,1	20 gram	5	0,9	55,1	44,0
	5	—	3,3	87,0	9,7	5	1,1	52,5	46,4	
	Gem.	—	2,1	93,0	4,9	Gem.	1,0	53,8	45,2	
	10	—	5,2	86,3	18,5	10	3,7	50,4	45,9	
	10	—	0,3	86,8	12,9	10	1,4	53,8	44,8	
	Gem.	—	2,8	86,6	15,7	Gem.	2,6	52,1	45,3	
20	—	6,1	86,6	7,3	20	1,2	54,2	44,6		
20	—	5,2	86,3	8,5	20	1,2	54,6	44,2		
Gem.	—	5,6	86,5	7,9	Gem.	1,2	54,4	44,4		
30	—	5,4	86,4	8,2	30	6,3	50,5	43,2		
30	—	7,7	84,4	7,9	30	2,6	53,4	44,0		
Gem.	—	6,5	85,0	8,1	Gem.	4,5	51,9	43,6		

Bij deze tabel 24 moet in de eerste plaats worden opgemerkt, dat de resultaten slecht reproduceerbaar zijn; zelfs is dat het geval bij dublo-bepalingen, waarbij toch hetzelfde materiaal was gebruikt. Dit lijkt eigenaardig, aangezien de glasparels uit vrijwel zuiver ronde bolletjes bestaan

en men hiervan juist zeer goed kloppende duplo-bepalingen zou verwachten. Het is niet onwaarschijnlijk, dat het gemakkelijk opspringen van de bolletjes deze resultaten veroorzaken.

De bovengenoemde slechte reproduceerbaarheid moge bijv. blijken uit het feit, dat bij 20 gram parels bij het gebruik van de draadzeef en na een zeeftijd van 5 minuten 93 % op de zeef van 833  $\mu$  blijft liggen, daarentegen met dezelfde hoeveelheid na 10 minuten slechts 86,6 %, hetgeen uiteraard onmogelijk is, aangezien het gehalte van de fractie 589—833  $\mu$  dezelfde is.

Neemt men het bovenstaande in aanmerking, dan blijkt uit tabel 24, desalniettemin, dat er hoogstens een geringe invloed van den zeeftijd en ook van de hoeveelheid te zeven materiaal is te bespeuren. Verder laat de draadzeef veel meer door dan de plaatzeef. Om nu zoo goed mogelijk na te gaan, of de doorsnede van de zeefopeningen gelijk is, werd in beide gevallen  $2 \times$  telkens 100 parels van de fractie 1000—1168  $\mu$  uit deze fractie genomen, die, uitgaande van 5 gram parels, na 5 minuten zeven was verkregen. Van deze  $2 \times$  telkens 100 parels werd telkens stuk voor stuk voorzichtig geprobeerd, of zij de zeef al dan niet konden passeeren. Hierbij bleek, dat in beide gevallen slechts 6 van de 100 parels de zeef nog konden passeeren, waaruit dus volgt, dat de doorsnede van de zeefopeningen van de draadzeef grooter is dan van de plaatzeef. Komt dit feit algemeen voor, dan is hieruit reeds te verklaren, waarom de draadzeven meer doorlaten dan de plaatzeef met ronde openingen; een oorzaak dus, die met den vorm der deeltjes niets te maken heeft. Ook hieruit volgt nog eens de noodzakelijkheid de zeven te ijken.

Hetzelfde werd nog eens nagegaan met behulp van hagel. In verband met het veel hogere soortelijk gewicht van lood dan van glas werd hierbij uitgegaan van 50 gram hagel, die gedurende verschillende zeeftijden in duplo werd gezeefd met hetzelfde zeefstel, waarin echter in het eene geval de draadzeef van 1 mm en in het andere geval de plaatzeef van 1 mm in dit zeefstel was opgenomen. Deze 50 gram hagel werd zoowel voor de duplo-bepalingen als voor beide zeven gebruikt. Het te zeven materiaal is dus steeds hetzelfde geweest. De resultaten hiervan zijn medegedeeld in tabel 25.

Uit tabel 25 blijkt, dat de reproduceerbaarheid van deze bepalingen veel beter is dan de bepalingen met de parels. Ook uit deze bepalingen blijkt, dat er slechts een matige invloed van den zeefduur is. Deze invloed van den zeefduur is bij de plaatzeef iets geringer dan bij de draadzeef, hetgeen vermoedelijk verband houdt met het feit, dat de draadzeef meer doorlaat. De zeven 589, 833 en 1168  $\mu$  zijn immers steeds dezelfde. Ook nu werd voorzichtig nagegaan, hoeveel van de hagelkorrels, die na 5 minuten op de zeef van 1 mm waren blijven liggen, nog met de hand door deze plaatzeef zijn te krijgen. Dit aantal bleek zeer gering te zijn. Hiervan volgt dan ook, dat ook uit deze resultaten de conclusie moet worden getrokken, dat de doorsnede van de zeefopeningen van de draad- en plaatzeef ongelijk zijn. Het verschil in de resultaten verkregen met de plaatzeef resp. met de draadzeef moet dan ook hieraan worden toegeschreven en niet aan de snelheid van het zeven, die van beide zeven, blijkende uit den geringen invloed van den zeefduur, vrijwel gelijk is.

TABEL 25

*Hagel*  
Hoeveelheid 50 gram

Zeef tijd in minuten	Draadzeef				Zeef tijd in minuten	Plaatzeef			
	589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	> 1168 $\mu$		589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	> 1168 $\mu$
5	1,5	56,5	40,9	1,1	5	2,9	26,5	69,5	1,1
5	1,7	55,3	41,9	1,1	5	1,6	28,1	69,1	1,2
Gem.	1,6	55,9	41,4	1,1	Gem.	2,3	27,3	69,3	1,1
10	4,0	55,8	39,7	0,5	10	5,1	25,5	68,4	1,0
10	4,7	53,8	40,8	0,7	10	4,7	25,6	68,4	1,3
Gem.	4,4	54,8	40,2	0,6	Gem.	4,9	25,6	68,4	1,1
20	10,7	51,6	37,5	0,2	20	9,3	21,6	68,6	0,5
20	8,2	53,8	37,7	0,3	20	3,5	27,6	68,7	0,2
Gem.	9,5	52,7	37,6	0,2	Gem.	6,4	24,6	68,7	0,3
30	9,2	54,7	36,0	0,1	30	6,9	24,6	68,3	0,2
30	10,5	52,6	36,6	0,3	30	6,0	25,8	68,0	0,2
Gem.	9,9	53,6	36,3	0,2	Gem.	6,5	25,2	68,1	0,2
40	15,4	47,6	36,7	0,3	40	10,3	21,9	67,7	0,1
40	16,0	47,3	36,5	0,2	40	4,9	26,0	69,0	0,1
Gem.	15,7	47,5	36,6	0,2	Gem.	7,6	23,9	68,4	0,1
50	18,3	45,7	35,9	0,1	50	6,0	24,8	69,1	0,1
50	18,4	45,7	35,7	0,2	50	7,1	24,8	68,0	0,1
Gem.	18,4	45,7	35,8	0,1	Gem.	6,6	24,8	68,5	0,1

Om nu na te gaan in hoeverre de plaatzeef langzamer zeeft dan de draadzeef werden proeven genomen met stalen staafjes van  $\pm 0,6$  mm doorsnede en 5 mm lengte. Deze staafjes kunnen zoowel de draadzeef als de plaatzeef gemakkelijk passeeren, zoodat het verschil in de doorsnede van de zeefopeningen van beide zeven geen invloed zal hebben. Uitgegaan werd van 10 gram staafjes, die voor alle zeef tijden en voor beide zeven werden gebruikt (de fracties werden na afloop van het zeven telkens weer samengevoegd). De resultaten van deze bepalingen zijn medegedeeld in tabel 26.

Uit tabel 26 volgt, dat de draadzeef zonder eenigen twijfel vlugger zeeft dan de plaatzeef. De mogelijkheid, dat dit laatste nog invloed uitoefent op de zeefresultaten bij gronden is niet onmogelijk, ofschoon volgens de resultaten, weergegeven in tabel 23 en 24, deze invloed waarschijnlijk niet groot zal zijn. Een tweede proef werd genomen met staafjes van 0,9 mm doorsnede en 7,5 mm lengte. Hierbij werd eveneens van 10 gram materiaal uitgegaan, dat voor beide zeven en voor de duplobepalingen steeds hetzelfde was (de fracties werden na afloop van het zeven telkens weer samengevoegd). In verband met de grootere doorsnede van deze staafjes dan van de staafjes, waarvan de resultaten van het zeven in tabel 26 zijn medegedeeld, was te verwachten, dat de zeefduur een grooteren invloed zal uitoefenen, zoodat een eventueel langzamer zeven van de plaatzeef hier nog duidelijker tot uiting moet komen dan met de dunnere staafjes. Ook nu zal het verschil in doorsneden van de zeefopeningen van beide zeven hierop hoogstens slechts een geringen invloed uitoefenen, aangezien de staafjes door beide zeven gemakkelijk



TABEL 26

Staatjes met een doorsnede van  $\pm 0.6$  mm en met een lengte van 5 mm

Hoeveelheid materiaal in grammen	Zeeftijd in minuten	Draadzeef				Hoeveelheid materiaal in grammen	Zeeftijd in minuten	Plaatzeef			
		417— 589 $\mu$	589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000 $\mu$			295— 417 $\mu$	417— 589 $\mu$	589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$
10,00	5	—	93,8	6,1	0,1	10,00	5	—	65,7	19,8	14,5
	5	—	97,6	2,4	—		5	—	65,5	21,6	12,9
	Gem.	—	95,7	4,2	0,1		Gem.	—	65,6	20,7	13,7
	10	0,1	99,2	0,7	—		10	—	95,1	4,2	0,7
	10	0,2	99,4	0,4	—		10	0,5	96,0	3,0	0,5
	Gem.	0,2	99,3	0,5	—		Gem.	0,2	95,6	3,6	0,6
							20	0,1	99,5	0,4	—
							20	—	99,9	0,1	—
							Gem.	0,1	99,7	0,2	—
							30	—	99,9	0,1	—
							30	—	99,9	0,1	—
							Gem.	—	99,9	0,1	—
							40	1,1	98,4	0,5	—
							40	0,5	99,3	0,2	—
							Gem.	0,8	98,9	0,3	—

heengaan en de doorsneden van deze zeefopeningen, absoluut beschouwd, slechts weinig verschillend zullen zijn. De resultaten van de bepalingen zijn in tabel 27 medegedeeld.

Uit tabel 27 blijkt, dat hier inderdaad zeer duidelijk tot uiting komt, dat de plaatzeef langzamer zeef dan de draadzeef. Ofschoon de invloed van dit langzamer zeven tijdens het zeven van gronden nog niet tot uiting is gekomen, blijft het echter om deze reden gewenscht in één zeefstel niet zeven op te nemen, die in snelheid van zeven verschillen, d.w.z. dat het niet gewenscht is, of althans beter is, geen draad- en plaatzeven in hetzelfde zeefstel op te nemen of dus, dat het gewenscht is, in afwijking met het voorschrift in het Normaalblad N 213 gegeven, tot 2 mm toe gebruik te maken van draadzeven.

Om nu na te gaan in hoeverre het verschil in resultaten, verkregen met beide zeven met vrijwel zuiver bolvormig materiaal, verandert, indien van een daarvoor geschikte zandmassa (niet bolvormige korrels) wordt uitgegaan, werd de volgende proef genomen. De zandfractie 833—1168  $\mu$  werd in 2-voud gezeefd (telkens 20 gram). De overeenkomstige fracties werden samengevoegd en hieruit werd door afwegen een korrelmassa samengesteld, gelijk aan die, verkregen met de 50 gram hagel na zeven gedurende 5 minuten en bij gebruik van de plaatzeef. 20 gram van dit mengsel werd afgewogen en deze in duplo gedurende 5 minuten gezeefd. De fracties werden weer afzonderlijk opgeborgen. Voor zooverre de samenstelling nog afwijkt van die, verkregen met 50 gram hagel gedurende 5 minuten zeven, werd het mengsel opnieuw samengevoegd, nog eens weer gedurende 5 minuten gezeefd, enz., totdat na 5 minuten zeven dezelfde samenstelling werd verkregen als met 50 gram hagel (zie tabel 25).

TABEL 27

Staaftjes  $\pm 0.9$  mm doorsnede en 7.5 mm lengte ; gebruikte hoeveelheid 10 gram

Zeef tijd in minuten	Draadzeef				Zeef tijd in minuten	Plaatzeef			
	589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	1168— 1650 $\mu$		589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	1168— 1651 $\mu$
5	—	13,2	55,5	31,3	5	—	1,9	75,0	23,1
5	—	10,0	55,2	34,8	5	—	3,8	71,9	24,3
Gemiddeld	—	11,6	55,4	33,1	Gemiddeld	—	2,9	73,4	23,7
10	—	23,2	62,6	14,2	10	—	5,1	87,4	7,5
10	—	19,3	67,6	13,1	10	—	4,2	89,2	6,6
Gemiddeld	—	21,3	65,1	13,6	Gemiddeld	—	4,7	88,3	7,0
20	—	61,6	38,3	0,1	20	—	9,4	89,0	1,6
20	—	59,3	38,8	1,9	20	—	7,6	92,4	—
Gemiddeld	—	60,5	38,5	1,0	Gemiddeld	—	8,5	90,7	0,8
30	0,1	80,6	19,3	—	30	—	13,0	87,0	—
30	—	83,0	17,0	—	30	—	14,8	85,2	—
Gemiddeld	0,1	81,8	18,1	—	Gemiddeld	—	13,9	86,1	—
40	0,1	91,3	8,6	—	40	—	19,6	79,7	0,7
40	—	87,8	12,2	—	40	—	19,6	80,4	—
Gemiddeld	0,1	89,5	10,4	—	Gemiddeld	—	19,6	80,1	0,3
50	—	91,0	9,0	—	50	—	26,0	74,0	—
50	—	94,0	6,0	—	50	—	23,3	76,7	—
Gemiddeld	—	92,5	7,5	—	Gemiddeld	—	24,7	75,3	—
					60	—	24,3	75,7	—
					60	—	31,0	69,0	—
					Gemiddeld	—	27,7	72,3	—
					120	—	49,6	50,4	—
					120	—	52,1	47,9	—
					Gemiddeld	—	50,9	49,1	—

*Opm.* : Alle staaftjes, die na 120 minuten nog op de plaatzeef 1000  $\mu$  lagen, konden, zooals door probeeren werd vastgesteld, de zeefopening gemakkelijk passeeren.

Met 20 gram van dit mengsel werd nu in duplo met beide zeven gedurende verschillende tijden gezeefd. Het te zeven materiaal was daarbij dus steeds hetzelfde (na afloop zeven de subfracties weer samenvoegen). Ook het zeefstel was, uitgezonderd de plaat- of draadzeef van 1 mm, steeds dezelfde. De resultaten van deze bepalingen zijn medegedeeld in tabel 28. Alvorens hierop in te gaan, is het wellicht van belang nog eens op te merken, dat de met de staaftjes verkregen resultaten niet verklaard kunnen worden door het feit, dat de openingen van de draadzeef vierkant, echter van de plaatzeef rond zijn. De lengte is immers 5 resp. 7,5 mm, of dus te groot om de staaftjes in deze richting te laten passeeren; anderzijds is de doorsnede rond en bovendien kleiner tot belangrijk kleiner dan 1 mm. De verklaring daarvan is dan ook deze, dat op de vlakke plaatzeef de staaftjes minder gemakkelijk in een positie komen om de zeef te passeeren dan op het oneffen oppervlak van de draadzeef.

Uit tabel 28 in vergelijking met tabel 25 volgt, dat voor het zeefstel met de plaatzeef de invloed van den zeef tijd bij dit mengsel van zandfracties anders is dan voor den hagel. De invloed van den zeefduur is in het algemeen

TABEL 28

## Mengsel uit zandfracties (20 gram)

Zeeftijd in minuten	Draadzeef				Zeeftijd in minuten	Plaatzeef			
	589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	> 1168 $\mu$		589— 833 $\mu$	833— 1000 $\mu$	1000— 1168 $\mu$	> 1168 $\mu$
5	9,4	69,0	20,7	0,9	5	4,1	25,4	68,5	2,0
5	10,2	68,6	20,4	0,8	5	5,8	24,4	67,9	1,9
Gem.	9,8	68,8	20,6	0,8	Gem.	5,0	24,9	68,2	1,9
10	14,4	65,7	19,1	0,8	10	7,4	26,0	65,2	1,4
10	14,5	65,5	19,3	0,7	10	7,7	26,0	64,8	1,5
Gem.	14,5	65,6	19,2	0,7	Gem.	7,6	26,0	65,0	1,4
20	16,3	64,3	18,6	0,8	20	10,1	27,1	61,7	1,1
20	19,5	62,0	17,9	0,6	20	9,4	26,4	63,1	1,1
Gem.	17,9	63,2	18,2	0,7	Gem.	9,8	26,7	62,4	1,1
30	25,8	55,7	18,3	0,2	30	11,9	25,8	61,6	0,7
30	20,8	60,9	18,0	0,3	30	11,1	26,2	61,8	0,9
Gem.	23,3	58,3	18,2	0,2	Gem.	11,5	26,0	61,7	0,8
40	22,7	59,0	17,9	0,4	40	13,9	25,1	60,6	0,4
40	23,4	58,4	18,0	0,2	40	13,3	25,8	60,4	0,5
Gem.	23,1	58,7	17,9	0,3	Gem.	13,6	25,5	60,5	0,4
50	23,4	58,4	17,4	0,8	50	14,9	25,0	59,6	0,5
50	30,9	55,7	12,9	0,5	50	14,0	25,6	60,3	0,1
Gem.	27,1	57,1	15,1	0,7	Gem.	14,5	25,3	59,9	0,3

grooter. Vergelijken we de resultaten, verkregen met dit mengsel, met dat, verkregen met den hagel (tabel 25), indien in het zeefstel de draadzeef is opgenomen, dan blijkt ook nu, dat de draadzeef belangrijk meer doorlaat dan de plaatzeef, maar dat dit procentsgewijze voor het mengsel van de zandfracties grooter is dan voor den hagel. Ofschoon met het zeefstel, waarin de plaatzeef is opgenomen, na 5 minuten zeven zoowel met den hagel als met het mengsel practisch dezelfde samenstelling was gevonden, wil dit nog niet zeggen, dat deze samenstelling ook inderdaad geheel dezelfde is. De verdeling van de korrels over de verschillende korrelgrootten *binnen* de betreffende fracties kan immers voor den hagel en voor het mengsel van fracties ook verschillend zijn. Dit neemt echter niet weg, dat het waarschijnlijk is, dat het verschil in resultaten verkregen met de plaatzeef (ronde openingen) en met de draadzeef (vierkante openingen) voor een gedeelte het gevolg is van het verschil in doorsnede (denk aan het verschil in resultaten, verkregen met de vrijwel zuivere bolvormige glasperele en haggelkorrels); voor een ander gedeelte het verschil in deze resultaten inderdaad veroorzaakt wordt door den van den bol afwijkenden vorm van de zandkorrels in verband met de ronde openingen in de plaatzeef en de vierkante openingen in de draadzeef.

Indien men echter deze zeven gaat ijken met een zandfractie met afmetingen (overeenkomstige doorsneden) van bijv. precies 950—1050  $\mu$ , dan brengt men daartoe zoowel automatisch het verschil in doorsnede als den invloed van de niet-bolvormigheid van de zandkorrels in verband met het feit, dat de zeven ronde resp. vierkante mazen hebben, in rekening. Indien

men immers op deze wijze gecontroleerd voor een plaatzeef met ronde openingen en voor een draadzeef met vierkante openingen dezelfde gemiddelde effectieve maaswijdte heeft verkregen, dan zal met iedere andere zandfractie eveneens dezelfde resultaten verkregen worden. Zelfs zal men, indien de ijking bij een zelfden zeeftijd plaats vindt als de zandfractie van grondmonsters, den karakteristieken invloed van de zeefsnelheid er althans grootendeels hebben uitgehaald. Het grootste bezwaar tegen de samenvoeging van draadzeven en plaatzeven in één zeefstel zou daarmee zijn vervallen. Dit neemt natuurlijk niet weg, dat deze moeilijkheden vermeden kunnen worden.

### § 3. *De reproduceerbaarheid van de zeefmethode*

In het voorgaande is aangetoond, dat binnen de hoeveelheid te zeven materiaal (20 gram), die voor de zeefanalyse van gronden van belang is, met de Rotap-zeefmachine resultaten worden verkregen, die onafhankelijk zijn van den zeefduur en van de hoeveelheid te zeven materiaal. Bovendien gaf een andere, eveneens intensief zevende, echter niet-stuivende zeefmachine dezelfde resultaten.

Beschouwen we nu de reproduceerbaarheid van de zeef-analyse, dan hangt deze zoowel van de (resteerende) heterogeniteit van het grondmonster, hoe goed ook gemengd, als van het gebruikte zeefstel, als van de eigenlijke zeeffout zelf af. Reeds eerder is opgemerkt, dat het noodzakelijk is de zeven te ijken, zoodat binnen toelaatbare grenzen de eventueel versleten zeven door nieuwe met dezelfde gemiddelde effectieve maaswijdte zijn te vervangen. Aangezien echter nog geen geijkte zeven aanwezig zijn, is de fout, die ontstaan kan, doordat twee verschillende, echter geijkte, zeefstellen gebruikt worden, niet verder na te gaan. Het zal echter duidelijk zijn, dat, indien de aan deze ijking te stellen eischen maar voldoende streng zijn, de fout, ontstaan door de resteerende ongelijkheid van twee geijkte (en natuurlijk goedgekeurde) zeven, gering zal zijn. Deze fout is echter, zooals reeds werd opgemerkt, nog niet verder na te gaan en blijft dan ook buiten beschouwing.

Wel is de zeeffout na te gaan bij gebruik van hetzelfde zeefstel, welke fout dus de som is van de fouten, ontstaan tengevolge van de (resteerende) heterogeniteit van het grondmonster en van de eigenlijke zeeffout. Om dit na te gaan, werden een 25-tal zandgronden met U-cijfers tusschen 13 en 350 volgens de methode ATTERBERG geslibd, waarbij de zandfractie 16—2000  $\mu$  werd gezeefd. In verband met de onmogelijkheid om metaaldraadgaas van 35  $\mu$  te verkrijgen en in verband met het feit, dat het aanwezige gaas vrijwel opgebruikt was, was het helaas niet mogelijk de hier gevolgde gecombineerde zeef-pipetmethode toe te passen en dus de fractie 35—2000  $\mu$  te onderzoeken. Om althans zoo dicht mogelijk de fractie 35—50  $\mu$  te benaderen, werd in het zeefstel bovendien nog een zeef van 41  $\mu$  opgenomen. De overige zeven waren de z.g. Hollandsche zeven, waarbij de diameter van de zeefopeningen in de plaatzeven met 0,85 zijn vermenigvuldigd, ongeacht dus de vraag of dit geoorloofd is.

De betreffende gronden werden in tweevoud geslibd. De afzonderlijke zandfracties werden telkens met hetzelfde zeefstel gezeefd (10 minuten). Na iederen keer zeven en wegen van de subfracties werden deze weer bij elkaar

gevoegd en nog eens gezeefd. De resultaten van deze onderzoeken zijn medegedeeld in tabel 29. In afwijking van den gewonen gang van zaken werden de U-cijfers op 0,5 afgerond om de fout, vooral bij de lagere U-cijfers, beter te kunnen berekenen. In tabel 29 zijn onder de letters *a* en *b*, resp. *c* en *d*, dus de resultaten van de analyse aangegeven, die met dezelfde zandfracties zijn uitgevoerd. Verschillen daartusschen geven dus alleen de eigenlijke zeef fout aan. De verschillen tusschen de analyse *a* en *c*, resp. *b* en *d*, hebben zoowel betrekking op de eigenlijke zeef fout als op de fout, ontstaan door de resteerende heterogeniteit van de grondmonsters. Aan het eind van tabel 29 zijn verder de middelbare fouten van één bepaling aangegeven, berekend volgens de reeds eerder genoemde formule: m. f. van één bepaling =  $\sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{2n}}$ , waarin 2n het aantal bepalingen, n het aantal monsters en  $\Delta$  het absolute verschil in de duplobepalingen aangeeft.

Uit tabel 29 blijkt nu, dat de middelbare fouten, berekend uit de analyses a—b; c—d (alleen eigenlijke zeef fout), voor vrijwel alle subfracties of vrijwel gelijk of iets kleiner zijn dan die, berekend uit de analyses a—c; b—d (som van eigenlijke zeef fout + fout tengevolge resteerende heterogeniteit). Hieruit volgt, dat de fout, ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster, gering is. In die gevallen, waarbij de fouten, berekend uit de analyses a—b; c—d, grooter zijn dan de fouten, berekend uit de analyses a—c; b—d, moeten deze verschillen binnen de foutengrenzen liggen, aangezien de fout, ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster, niet negatief kan zijn. Alleen voor de fracties 850—1200  $\mu$  en 1200—1700  $\mu$  is de middelbare eigenlijke zeef fout belangrijk kleiner dan die van de som van genoemde fout en de fout, ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster. Dit laatste zou er dus op wijzen, dat de grofste zanden zich wellicht het gemakkelijkst ontmengden. Met zekerheid valt hierover niets te zeggen, gezien het kleine aantal monsters, waarin de gehalten van die fracties niet te klein zijn of dus gezien het aantal onderzochte, zeer grove zanden.

Vergelijken we deze middelbare fouten met die, verkregen met de pipet-analyse; zie tabel 57, dan blijkt hieruit, dat deze middelbare fouten van dezelfde grootte-orde zijn als die van de subfracties bepaald door de pipet-methode. De zeefanalyse (echter bij gebruik zelfde zeefstel) is dus vrijwel even nauwkeurig als de pipetanalyse. De gemiddelde middelbare fout van de subfracties van de fractie < 35  $\mu$ , indien van 20 gram grond wordt uitgegaan, is namelijk 0,57 en voor de subfracties van de zandfractie 16—1700  $\mu$  0,46 (alleen eigenlijke zeef fout) resp. 0,65 (van beide fouten). Hierbij moet worden opgemerkt, dat de cijfers, genoemd voor de pipetanalyse, slechts afkomstig waren van 18 grondmonsters. De middelbare fouten van een onderzoek van 84 monsters gaf als gemiddelde middelbare fout van de subfracties van de fractie < 35  $\mu$  0,58, welk bedrag overigens vrijwel even groot is.

Bij het bovenstaande dient men echter wel te bedenken, dat de middelbare fout van de zeefanalyse zal toenemen, indien verschillende, echter geijkte zeefstellen worden gebruikt.

In tabel 29 zijn verder ook de percentages van de zandfractie (16—2000  $\mu$ ), verkregen volgens de methode ATTERBERG, aangegeven. De middelbare fout

TABEL 29

N <sup>o</sup> .	Zeefracties												U	
	16—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105—150 $\mu$	150—210 $\mu$	210—300 $\mu$	300—420 $\mu$	420—600 $\mu$	600—850 $\mu$	850—1200 $\mu$	1200—1700 $\mu$		Zand Atterberg 16—2000 $\mu$
5928 a	—	—	—	—	—	0,2	0,5	4,8	13,5	26,0	37,0	18,0	100,0	13,0
b	—	—	—	—	0,1	0,2	0,5	4,8	13,7	26,4	35,5	18,8	100,0	13,0
c	—	—	—	—	—	0,1	0,3	3,5	11,1	25,3	38,8	20,9	100,0	12,5
d	—	—	—	—	—	0,1	0,3	3,4	10,5	25,3	39,5	20,9	100,0	12,0
5934 a	—	—	0,1	0,1	1,3	6,2	12,4	33,0	25,3	15,1	5,6	0,9	100,0	27,0
b	—	—	0,1	0,1	1,3	6,2	11,9	32,7	25,7	15,2	5,5	1,3	100,0	27,0
c	—	—	0,1	0,1	1,3	5,9	11,8	32,8	24,7	15,2	6,4	1,7	100,0	26,5
d	—	—	0,1	0,1	1,2	5,9	11,7	32,4	24,5	16,1	6,6	1,4	100,0	26,5
5941 a	—	—	0,1	0,3	5,7	19,0	19,7	28,1	13,9	8,2	3,2	1,4	99,6	36,0
b	—	—	0,1	0,3	5,6	18,4	20,4	28,0	14,2	8,1	3,0	1,5	99,6	36,0
c	—	—	0,1	0,3	6,8	15,6	19,7	26,8	17,7	7,4	3,6	1,6	99,6	35,5
d	—	—	0,1	0,3	6,9	20,2	20,0	26,9	12,9	7,1	3,7	1,5	99,6	37,5
10747 a	—	—	—	—	1,2	27,7	44,4	25,6	0,9	—	—	—	99,8	42,0
b	—	—	—	—	1,2	27,5	44,4	25,8	0,9	—	—	—	99,8	42,0
c	—	—	—	—	0,7	27,3	45,1	25,1	1,0	—	—	—	99,2	41,5
d	—	—	—	—	0,7	27,3	44,7	25,5	1,0	—	—	—	99,2	41,5
10757 a	—	—	0,1	0,2	10,2	46,6	27,5	12,1	0,3	—	—	—	97,0	51,0
b	—	—	0,1	0,2	10,3	50,5	24,4	11,2	0,3	—	—	—	97,0	52,0
c	—	—	0,1	0,2	10,6	46,9	27,0	12,0	0,2	—	—	—	97,0	51,0
d	—	—	0,1	0,2	11,1	47,6	26,7	11,1	0,2	—	—	—	97,0	51,5
10751 a	0,5	0,1	0,3	1,3	44,0	45,4	6,1	0,6	—	—	—	—	98,3	69,0
b	0,5	0,1	0,3	1,3	42,4	46,4	6,7	0,6	—	—	—	—	98,3	68,5
c	0,6	0,2	0,4	1,4	43,7	45,0	6,6	0,6	—	—	—	—	98,5	69,5
d	0,5	0,2	0,4	1,4	43,5	45,5	6,5	0,5	—	—	—	—	98,5	69,0
22764 a	1,3	1,3	5,3	10,7	40,0	25,5	8,3	4,8	1,0	0,4	0,3	0,1	99,0	81,0
b	1,5	1,0	5,1	11,0	40,3	25,0	8,3	5,1	1,0	0,3	0,3	0,1	99,0	81,5
c	1,4	1,1	4,7	10,3	39,6	26,1	8,5	5,6	1,2	0,6	0,6	0,1	99,8	79,5
d	1,3	1,0	5,0	10,3	39,9	26,3	8,4	5,3	1,2	0,6	0,4	0,1	99,8	79,5
22761 a	2,5	2,4	8,9	15,5	41,2	20,3	5,1	2,7	0,6	0,1	—	—	99,3	95,5
b	2,4	2,8	9,2	15,3	41,2	20,0	5,1	2,7	0,5	0,1	—	—	99,3	96,0
c	2,7	2,7	10,2	16,3	41,6	18,3	4,2	2,1	0,4	0,1	—	—	98,6	99,5
d	2,5	2,6	9,5	16,3	42,2	18,7	4,1	2,1	0,4	0,2	—	—	98,6	98,0

TABEL 29 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	Zeefracties												U	
	16—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105—150 $\mu$	150—210 $\mu$	210—300 $\mu$	300—420 $\mu$	420—600 $\mu$	600—850 $\mu$	850—1200 $\mu$	1200—1700 $\mu$		Zand Atterberg 16—2000 $\mu$
22802 a	1,8	2,6	14,4	24,3	37,3	12,7	2,9	1,3	0,2	—	—	—	97,5	105,5
b	1,7	2,5	14,0	24,8	37,1	13,0	2,9	1,3	0,2	—	—	—	97,5	104,5
c	1,6	2,6	13,8	24,6	37,7	13,1	3,2	1,4	0,2	—	—	—	98,2	104,0
d	1,5	2,5	14,2	24,9	37,2	13,2	3,1	1,4	0,2	—	—	—	98,2	104,0
22878 a	13,5	3,1	4,9	6,8	34,3	24,1	7,0	2,5	0,3	0,1	—	—	96,6	125,0
b	13,0	3,0	4,9	7,0	34,6	24,8	6,5	2,3	0,4	0,1	—	—	96,6	123,5
c	13,0	2,9	4,7	6,5	34,2	25,2	6,7	2,6	0,3	0,1	—	—	96,2	123,0
d	12,7	2,9	4,7	6,7	33,9	25,0	7,0	2,8	0,4	0,1	—	—	96,2	122,0
22794 a	7,2	5,5	21,7	29,7	23,0	5,8	1,9	1,8	0,6	0,5	0,3	—	98,0	136,0
b	7,0	5,2	21,3	30,3	23,2	5,9	1,9	1,8	0,6	0,4	0,4	—	98,0	134,5
c	6,7	5,3	25,9	29,5	18,9	6,3	2,1	2,1	0,7	0,4	0,3	—	98,2	137,0
d	6,3	4,9	20,8	30,2	23,8	6,3	2,0	2,1	0,7	0,9	0,2	—	98,2	131,0
17717 a	5,2	3,6	20,5	30,4	20,9	2,1	0,2	0,1	0,1	—	—	—	83,1	138,0
b	4,9	3,6	21,5	29,9	20,6	2,2	0,2	0,1	0,1	—	—	—	83,1	138,0
c	5,2	3,5	20,3	30,2	21,0	2,5	0,2	0,1	0,1	—	—	—	83,1	137,5
d	5,3	3,7	20,6	31,0	19,6	2,5	0,2	0,1	0,1	—	—	—	83,1	139,0
22873 a	16,9	7,3	15,1	17,7	19,8	8,8	2,5	1,7	0,4	0,1	0,1	0,1	90,5	166,5
b	15,6	7,5	17,5	16,0	19,4	9,6	2,5	1,6	0,3	0,2	0,2	0,1	90,5	163,5
c	15,6	8,0	15,4	16,9	20,4	9,2	2,5	1,6	0,3	0,2	0,2	0,2	90,5	162,5
d	16,1	8,6	15,9	16,3	19,5	8,9	2,6	1,6	0,3	0,2	0,3	0,2	90,5	165,5
17744 a	9,9	4,9	26,3	27,1	9,2	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	78,2	168,5
b	9,7	4,5	26,9	27,5	8,8	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	78,2	168,0
c	9,7	4,5	26,9	26,8	9,3	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	78,0	168,0
d	9,2	4,8	27,2	27,3	8,9	0,6	—	—	—	—	—	—	78,0	167,0
23B049a	15,8	4,7	28,3	24,8	7,3	0,3	—	—	—	—	—	—	81,2	189,0
b	14,3	5,6	27,3	26,7	7,0	0,3	—	—	—	—	—	—	81,2	185,0
c	14,8	5,2	27,8	26,6	7,2	0,4	—	—	—	—	—	—	82,0	185,5
d	14,1	5,6	25,7	28,0	8,3	0,3	—	—	—	—	—	—	82,0	182,0
6201 a	10,5	7,2	26,1	29,1	14,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	88,4	164,5
b	9,7	6,0	26,5	31,2	14,2	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	88,4	161,0
c	10,4	6,9	28,1	28,0	14,8	0,6	0,1	0,1	0,1	—	—	—	89,1	164,5
d	9,9	5,4	27,9	30,0	15,1	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	89,1	161,0

TABEL 29 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	Zeefracties												U	
	16—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105—150 $\mu$	150—210 $\mu$	210—300 $\mu$	300—420 $\mu$	420—600 $\mu$	600—850 $\mu$	850—1200 $\mu$	1200—1700 $\mu$		Zand Atterberg 16—2000 $\mu$
17777 a	15,6	10,0	25,4	19,3	5,1	0,3	—	—	—	—	—	—	75,7	201,0
b	15,1	9,7	27,4	18,4	4,8	0,3	—	—	—	—	—	—	75,7	200,0
c	16,0	9,7	27,8	17,3	5,3	0,3	—	—	—	—	—	—	76,4	202,5
d	16,3	8,6	27,3	19,3	4,6	0,3	—	—	—	—	—	—	76,4	202,0
18050 a	23,1	9,7	33,4	16,6	2,1	0,3	—	—	—	—	—	—	85,2	221,0
b	22,9	9,8	31,9	17,9	2,4	0,3	—	—	—	—	—	—	85,2	220,0
c	21,7	10,8	33,6	16,5	2,4	0,3	—	—	—	—	—	—	85,3	218,5
d	22,1	12,4	30,1	18,7	1,7	0,3	—	—	—	—	—	—	85,3	219,5
18048 a	18,7	13,8	27,8	16,0	2,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	79,5	214,5
b	22,9	9,9	28,6	14,8	2,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	79,5	225,0
c	21,7	9,4	29,9	15,5	2,1	0,5	0,1	0,1	0,1	—	—	—	79,4	221,5
d	21,2	9,7	30,5	15,4	1,9	0,5	0,1	0,1	—	—	—	—	79,4	221,0
17922 a	22,1	10,9	28,9	14,3	1,8	0,3	—	—	—	—	—	—	78,3	226,0
b	22,0	8,2	31,8	14,2	1,8	0,3	—	—	—	—	—	—	78,3	224,0
c	22,3	9,8	30,0	15,1	1,1	0,3	—	—	—	—	—	—	78,6	226,0
d	22,0	8,7	30,7	15,4	1,5	0,3	—	—	—	—	—	—	78,6	224,0
23B040 a	25,8	9,1	18,5	6,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	60,9	264,0
b	25,6	10,4	16,5	6,8	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	60,9	264,0
c	23,8	11,8	18,0	6,3	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	61,1	259,0
d	24,6	9,8	19,0	6,5	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	61,1	260,0
22B965 a	51,5	16,2	7,2	1,8	2,4	1,6	0,8	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	83,0	310,0
b	49,0	17,5	8,9	1,7	2,4	1,7	0,8	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	83,0	305,0
c	47,7	19,2	8,3	1,8	2,3	1,7	0,9	0,8	0,3	0,2	0,1	—	83,3	301,0
d	47,2	15,3	12,6	1,8	2,4	1,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	—	83,3	297,0
17923 a	34,4	10,3	18,6	4,7	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	—	68,8	284,5
b	33,1	10,9	18,9	4,9	0,7	0,2	0,1	—	—	—	—	—	68,8	280,0
c	34,0	10,2	19,3	5,3	0,7	0,1	0,1	—	—	—	—	—	69,7	281,0
d	35,2	11,8	16,4	5,5	0,6	0,1	0,1	—	—	—	—	—	69,7	286,5
22262 a	41,8	15,7	24,4	1,7	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	84,8	287,0
b	43,2	18,6	20,0	1,8	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	84,8	292,5
c	40,2	18,4	23,2	1,4	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	84,6	284,0
d	39,7	16,7	24,7	2,1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	84,6	281,0



TABEL 29 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	Zeefracties													U
	16—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105—150 $\mu$	150—210 $\mu$	210—300 $\mu$	300—420 $\mu$	420—600 $\mu$	600—850 $\mu$	850—1200 $\mu$	1200—1700 $\mu$	Zand Atterberg 16—2000 $\mu$	
23B019a	54,8	6,1	7,0	1,0	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	70,1	348,5
b	54,8	5,6	6,3	1,7	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	70,1	347,0
c	54,3	6,0	6,8	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	69,5	348,0
d	53,2	5,5	8,4	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	69,5	344,0
*) m.f.														
a-b; c-d	0,90	0,83	1,21	0,60	0,59	0,64	0,37	0,18	0,58	0,17	0,29	0,20	—	1,99
†)														
a-c; b-d	0,90	0,92	0,93	0,49	0,58	0,71	0,47	0,35	0,70	0,29	0,81	0,68	—	2,38

Opmerking: M. f. = middelbare fout van één bepaling. \*) Eigenlijke zeef fout.  
†) Eigenlijke zeef fout + fout resteerende heterogeniteit.

van één bepaling daarvan blijkt gemiddeld 0,35 te zijn. De methode ATTERBERG heeft volgens deze gegevens voor deze geheele zandfractie een zelfs nog iets kleinere fout dan de pipetmethode (20 gram grond) of de zeefanalyse (zelfde zeefstel). Dit is echter slechts schijnbaar, aangezien de duplobepalingen bij de methode ATTERBERG gelijktijdig zijn aangezet, hetgeen overigens steeds geschiedt. Hierdoor werden de duplobepalingen evenveel malen gedecanteerd (afgeslibd). Deze fout zal ongetwijfeld groter zijn, indien de duplobepalingen niet gelijktijdig geschieden, waardoor het aantal decantaties niet altijd gelijk zal zijn, aangezien het beoordeelen van het tijdstip (aantal afslibbingen), waarop de vloeistof helder is geworden, altijd een iets subjectief karakter blijft behouden. Met name is dit het geval in die gevallen, waarbij een relatief groot gehalte van de korrelmassa afmetingen heeft, die aan weerszijden van de grens liggen, waarbij wordt geslibd en waarvan de afmetingen niet veel daarvan verschillend zijn.

Tenslotte zijn in tabel 29 ook de middelbare fouten van één bepaling van het U-cijfer (alle U-cijfers te zamen beschouwd) aangegeven; zoowel voor zooverre alleen de eigenlijke zeef fout kan optreden als voor zooverre de zeef fout bestaat uit de som van de eigenlijke zeef fout en de fout, ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster. Hieruit blijkt, dat deze laatste fout slechts iets groter is dan de eerste.

Nu is het aan geen twijfel onderhevig, dat de middelbare fout van het U-cijfer afneemt, naarmate U kleiner wordt. Dit blijkt reeds uit het feit, dat de middelbare fouten van de subfracties van de fijne naar de grovere fracties of vrijwel gelijk blijft (analyse a—c; b—d), of iets afneemt. Het aantal onderzochte grondmonsters tusschen bijv. de grenzen U = 10 tot U = 30; U = 30 tot U = 50; U = 50 tot U = 80; U = 80 tot U = 120; U = 120 tot U = 160; U = 160 tot U = 210, enz. is echter te gering om uit de

verrichte bepalingen deze middelbare fouten te kunnen berekenen. Een inzicht daarin verkrijgt men echter ook uit de U-cijfers van de subfracties en de middelbare fouten van deze subfracties. Voor de fractie 16—41  $\mu$  is U bijv. 405 en de middelbare fout 0,90 % of dus  $\frac{0,9}{100} \cdot 405 = 3,6$  eenheden van het U-cijfer.

Op deze wijze berekend blijkt, dat voor U-cijfers van resp. 405; 221; 165; 113; 80; 57; 40; 28; 20; 14; 10 en 7 de middelbare fouten (analyses a—c; b—d) uitgedrukt in eenheden van het U-cijfer zijn: 3,6; 2,0; 1,5; 0,6; 0,5; 0,4; 0,2; 0,1; 0,1; 0,04; 0,08 en 0,05. Door combinatie van de fractie 16—41  $\mu$  en 41—50  $\mu$  van elk 50 % krijgt men een U-cijfer van 313, waarvan de middelbare fout kan worden gesteld op 0,91 % of 2,9 eenheden van het U-cijfer. De middelbare fout van het gemiddelde U-cijfer (U = 158) is echter 2,4 of niet onbelangrijk hooger dan de, op de hierboven aangegeven wijze berekende middelbare fout van 1,5 bij een U-cijfer van 165. Hieruit volgt echter in elk geval, dat men U-cijfers van 200 en meer af kan ronden tot op 5 eenheden nauwkeurig. Van 200 tot 50 kan zeker volstaan worden met U-cijfers tot op eenheden af te ronden, terwijl voor kleinere U-cijfers het aangeven van tienden geschieden kan. Men vergeet echter niet, dat de fouten, die aan de U-cijfers kleven, grooter worden, indien verschillende, echter geijkte zeefstellen worden gebruikt.

#### § 4. *Samenvatting*

1. Een goede zeefmethode moet absolute cijfers geven, d.w.z. resultaten, die onafhankelijk zijn van de zeefmachine, de hoeveelheid te zeven materiaal, den zeefduur en den aard van de zeef (bijv. plaatzeef met ronde openingen ten opzichte van draadzeven met uiteraard vierkante openingen).

2. Over de in sub I genoemde voorwaarden zijn zoowel met gronden, met korrelfracties van gronden als met ander materiaal (glasparels, hagel, stalen staafjes) onderzoekingen verricht. Alvorens de verkregen resultaten weer te geven, dient te worden opgemerkt, dat alle fouten, die aan het zeven kleven, des te meer tot uiting komen, naarmate de uiterste korreldoorsneden van het te zeven materiaal minder uiteenloopen (en vooral ter weerszijden van de zeefopening liggen) en de vorm van de deeltjes meer van den bolvorm afwijkt.

3. Uit vergelijkende onderzoekingen met een zandfractie (16—2000  $\mu$ ) van een aantal gronden, evenals met enkele fracties van gronden, waarbij eenerzijds gebruik werd gemaakt van de Rotap-zeefmachine van Tyler Company, Cleveland, Ohio en anderzijds van een zelf geconstrueerde, eveneens intensief zevend zeeftoestel, zooals dit op het Bodemkundig Laboratorium van de „Directie Wieringermeer” te Kampen aanwezig was, bleek het volgende: (Hierbij werd hetzelfde zeefstel gebruikt evenals dezelfde zandfractie, zoodat zoowel fouten, zooals deze kunnen ontstaan door verschillen in de maaswijdte van de door de fabriek als gelijk aangegeven doorsneden als fouten, ontstaan door de resteerende heterogeniteit van deze gronden, niet kunnen optreden. De daarbij gebruikte zeven hadden een doorsnede van 20 cm; de hoeveelheid te zeven materiaal bedraagt voor normale zeefanalyses hoogstens 20 gram).

Beide zeefmachines gaven practisch gesproken dezelfde resultaten, waaruit

dus volgt, dat twee geheel verschillend geconstrueerde en verschillend werkende zeefmachines dezelfde resultaten kunnen geven, of m.a.w. *de zeefresultaten zijn, mits men van een goed werkende zeefmachine gebruik maakt, onafhankelijk van de zeefmachine.*

De, met een trilzeef van de N.V. W. SEIBERT te Bussum met een zelfde zeefstel en met dezelfde zandfracties verkregen, resultaten weken echter sterk af van de resultaten, verkregen met hetzelfde zeefstel en met de Rotap-zeefmachine. De trilzeef bleek veel minder effectief te zeven (gehalten fijnere fracties veel kleiner). Dit kan mogelijk in verband staan met het stuiven (vormen van luchtsuspensies) van de gronddeeltjes boven de intensief trillende zeven. Een dergelijk, zij het ook minder duidelijk uitgesproken resultaat werd met een tweetal mengsels van fracties verkregen. Bovendien bleek de trilzeef bij sommige grondmonsters resultaten te geven, die afhankelijk zijn van den zeefduur (in tegenstelling met de Rotap-zeefmachine). Hieruit volgt dan ook, dat het gewensch is de zeefmachine te ijken. Als ijkeefmachine is de Rotap-zeefmachine het beste geschikt, aangezien dit de meest effectief werkende zeefmachine blijkt te zijn (het zeeftoestel te Kampen zeefte iets, zij het dan ook in een te verwaarloozen mate, minder effectief). Bovendien wordt dit zeeftoestel machinaal gemaakt.

4. Ofschoon in deze publicatie voor dit doel slechts weinig materiaal is verzameld, is het ons sinds vele jaren bekend, dat de zeefresultaten, verkregen met verschillende zeven, waarvan de maaswijdte volgens de fabriek echter dezelfde was, zelfs zeer verschillend kunnen zijn. Om de daardoor ontstane fouten op te heffen, moeten de zeven worden geijkt, d.w.z. de effectieve, gemiddelde maaswijdte worden bepaald. De, door het Normaalblad N 480 aangegeven, eischen zijn hiervoor ten eenenmale onvoldoende, indien men mag aannemen, dat de geleverde zeven hieraan voldoen. Dit ijken van deze zeven dient te geschieden met zandfracties, waarvan de uiterste deeltjesgrenzen aan weerszijden van de maaswijdte van de te ijken zeef ligt. Aangezien deze korreldoorsneden uiteraard juist dienen te zijn, moeten deze fracties worden gemaakt met behulp van de nauwere cylindrs van het Kopecky-apparaat (of een dergelijk apparaat), aangezien hierin de vloeistof op een voldoende wijze lamillair stroomt. Bovendien moet de te gebruiken vloeistof zoo visceus zijn, dat de Wet van STOKES geldig is (zie hoofdstuk II). Aangezien de daarvoor benodigde glycerine niet aanwezig was, konden deze fracties nog niet worden bereid en derhalve de ijking der zeven nog niet geschieden. Hierdoor was niet na te gaan, in hoeverre de zeefmethode juiste resultaten geeft, d.w.z. in hoeverre de overeenkomstige doorsneden (= doorsnede bol met denzelfden inhoud) van de deeltjes liggen binnen de aangegeven fractiegrenzen. Ook de zeeffout, zooals deze mede ontstaat ten gevolge van het gebruik van verschillende, echter geijkte, zeefstellen was niet na te gaan (zie hieronder).

5. Aangehouden werd, dat het zeefresultaat afhangt van de kans, die niet-bolvormige gronddeeltjes, waarvan 1 of 2 doorsneden kleiner zijn dan de doorsnede van de zeefopening, hebben gehad om door deze zeefopeningen heen te geraken. Is het percentage van deze deeltjes klein, zooals bij gronden, dan zal men hiervan niets bespeuren. Bij fracties is de mogelijkheid daarvan grooter en hierbij kan deze invloed wel worden aangetoond. Voordat we

nader op deze kwestie ingaan, kan worden opgemerkt, dat eerst werd bewezen, dat een versplintering van de deeltjes tijdens het zeven niet optreedt.

Voor al met behulp van sterk van den bolvorm afwijkende deeltjes (stalen staafjes) kan het bovengenoemde worden aangetoond. Hierbij bleek tevens een sterke invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal op te treden. (Voor dergelijke deeltjes geeft de zeefmethode dus inderdaad sterk conventionele waarden). Tevens kon worden aangetoond, dat het gehalte aan deeltjes, waarvan alle 3 doorsneden groter zijn dan de doorsnede van de zeefopeningen van de betreffende zeef, wel degelijk invloed heeft op het percentage van de deeltjes met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopening, dat de betreffende zeef passeert. Het aanwezig zijn van deze deeltjes versnelt namelijk het zeven en verhoogt dus het percentage van de deeltjes met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de doorsnede van de zeefopeningen van de betreffende zeef, dat deze zeef passeert.

Bij een grond (in feite dus de fractie 16—2000  $\mu$  of 35—2000  $\mu$ , indien de gecombineerde zeef-pipetmethode wordt gebruikt) is zowel het gehalte van de deeltjes met een sterk van den bolvorm afwijkenden vorm als het gehalte van de deeltjes met 1 of 2 doorsneden kleiner dan de zeefopening van de betreffende zeef veel geringer. Bij het zeven van de zandfractie (16—2000  $\mu$  resp. 35—2000  $\mu$ ) zal dan ook het zeven volkomen of althans practisch volkomen zijn, d.w.z. alle deeltjes, die op de een of andere wijze nog een bepaalde zeef zouden kunnen passeeren, zijn deze zeef ook gepasseerd. Dit beteekent, dat de op iedere zeef liggende korrelfractie alleen (practisch alleen) uit deeltjes bestaat, waarvan alle 3 doorsneden groter zijn dan de doorsnede van de zeefopeningen van de betreffende zeef. Het, tijdens het zeven, aanwezig zijn van in elk geval een hoog gehalte aan korrels met alle drie de doorsneden zoo groot, dat zij de eene zeef niet en de daarop volgende grovere zeef met alle 3 doorsneden wel kunnen passeeren, vergroot immers de zeefselnelheid ten zeerste. De juistheid van deze overwegingen werd experimenteel bewezen, zij het dan ook met een zeer geringe en te verwaarloozen afwijking (zie tabel 19 en den daarbij behoorenden tekst).

6. De met de Rotap-zeefmachine verkregen resultaten zijn zelfs voor korrelfracties weinig afhankelijk van de hoeveelheid te zeven materiaal; voor mengsels van fracties en voor de zandfractie (16—2000  $\mu$ ) van gronden is in het geheel geen invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal te bespeuren.

7. De met de Rotap-zeefmachine verkregen resultaten zijn zelfs voor korrelfracties weinig afhankelijk van den zeefdruur, terwijl voor mengsels van fracties en voor de zandfractie van gronden (16—2000  $\mu$ ) in het geheel geen invloed van den zeefdruur is vast te stellen.

8. Er zijn verder onderzoekingen verricht om na te gaan, waardoor het verschil in resultaten veroorzaakt wordt, indien een plaatzeef met ronde openingen resp. een draadzeef met uiteraard vierkante openingen wordt gebruikt, waarvan de maaswijdte volgens de fabriek dezelfde is. Hiertoe waren beschikbaar een plaatzeef en een draadzeef met zeefopeningen met een doorsnede van 1 mm (de fabriek gaf deze doorsnede *niet* in  $\mu$ 's op). De onderzoekingen werden in de eerste plaats verricht met zuiver bolvormige glasparsels en hagelkorrels. Hierbij bleken de resultaten, verkregen met de

glasparels, slecht reproduceerbaar, hetgeen vermoedelijk aan de groote veerkracht van dit materiaal zal hebben gelegen. Betere resultaten werden met de hagelkorrels verkregen, waarbij in verband met het hooge soortelijke gewicht van lood van 50 gram werd uitgegaan.

Uit beide bovengenoemde onderzoeken bleek, dat de doorsnede van de zeefopening van de draadzeef grooter was dan van de plaatzeef; de korrelvorm heeft hier immers geen invloed meer, aangezien de deeltjes zuiver bolvormig zijn. De invloed van het verschil in zeefsnelheid speelt hier geen rol, doordat de zeefduur bij beide zeven slechts een geringen invloed uitoefent. Overigens blijkt ook uit deze resultaten nog eens weer de noodzakelijkheid de zeven te ijken.

Met stalen staafjes met een lengte van 5 mm en met een doorsnede van  $\pm 0,6$  mm en vervolgens met staafjes met een lengte van 7 mm en een doorsnede van  $\pm 0,9$  mm werd aangetoond, dat de draadzeef sneller tot veel sneller zeef dan de plaatzeef. De invloed van dit verschil in zeefsnelheid bij het zeven van de zandfractie 16—2000  $\mu$  van gronden was echter niet aan te toonen.

Om nu na te gaan, in hoeverre het verschil in resultaten, verkregen met beide zeven met vrijwel zuiver bolvormig materiaal, verandert, indien met een daarvoor geschikte zandmassa (niet-bolvormige deeltjes) wordt gezeefd, werd de volgende proef genomen: Hiertoe werd een korrelmassa (door afwegen) samengesteld, die na 5 minuten zeven met de plaatzeef dezelfde resultaten gaf als de reeds genoemde 50 gram hagelkorrels. Met dit mengsel werden nu de resultaten nagegaan, die verkregen werden met beide zeven (zelfde zeefstel, alleen de zeef met een maaswijdte van 1 mm was of een plaatzeef of een draadzeef), na een verschillenden zeeftijd. Uit deze resultaten bleek, dat bij het gebruik van de plaatzeef de invloed van den zeefduur veel grooter is dan bij de hagelkorrels bij het gebruik van dezelfde plaatzeef het geval was. Ook bij het gebruik van de draadzeef was de invloed van den zeefduur grooter dan dit bij het zeven van de hagelkorrels het geval was. Bij een vergelijking van de resultaten, verkregen met de draadzeef en met de plaatzeef, bleek niet alleen, evenals bij het zeven van de hagelkorrels, de draadzeef meer door te laten dan de plaatzeef, maar bleek dit procentsgewijze voor de zandmassa grooter te zijn dan voor de hagelkorrels. Hieruit volgt dan ook, dat het verschil in resultaten, verkregen bij het zeven van de zandfractie van gronden en bij het gebruik van een plaatzeef met ronde openingen resp. bij het gebruik van een draadzeef met uiteraard vierkante openingen, voor een belangrijk gedeelte veroorzaakt wordt door het feit, dat de, door de fabriek als gelijk aangegeven, doorsneden (de fabriek geeft de doorsnede echter niet in  $\mu$ 's op) in werkelijkheid verschillend zijn. Voor een ander gedeelte wordt dit verschil waarschijnlijk veroorzaakt door den, van den bol afwijkenden, vorm van de zandkorrels in verband met de ronde openingen in de plaatzeef en de vierkante openingen in de draadzeef.

In bovengenoemd opzicht lijken de zeven dus conventionele waarden te moeten blijven geven. Indien men echter deze zeven gaat ijken met een daarvoor geschikte zandfractie, waarvan dus de uiterste korreldoorsneden weinig verschillend zijn en ter weerszijden van de doorsnede van de zeef-

openingen van de te ijken zeven liggen, dan verkrijgt men een effectieve, gemiddelde maaswijdte, waarbij automatisch de invloed van de niet-bolvormigheid van de zandkorrels in verband met de ronde of vierkante zeefopeningen van de plaatzeef resp. van de draadzeef in rekening is gebracht, terwijl het verschil in doorsnede uiteraard is verdwenen. Ditzelfde is het geval met het verschil in zeefsnelheid. Dit wil dus zeggen, dat geijkte zeven met dezelfde (geijkte) maaswijdte waarschijnlijk weer dezelfde resultaten zullen geven onafhankelijk van het feit, of men plaatzeven met ronde openingen dan wel draadzeven met vierkante openingen gebruikt. De zeefresultaten zouden daarmee ook in dit opzicht absoluut zijn. De daarvoor benodigde proefnemingen konden helaas nog niet worden verricht, aangezien het, voor dat ijken noodzakelijke, materiaal nog niet gemaakt kon worden (zie hiervoor). Afgezien daarvan blijft het gewenscht na te gaan, welke van de beide zeven de meest juiste resultaten geven, d.w.z. bij welke zeven de overeenkomstige korreldoorsneden het beste binnen de fractiegrenzen blijven.

9. Tenslotte werd de reproduceerbaarheid van de zeefanalyse nagegaan. Dit had des te meer zin, aangezien in het voorgaande of reeds bewezen is, of althans waarschijnlijk is gemaakt, dat de zeefmethode in ieder opzicht (zeefduur, hoeveelheid te zeven materiaal, zeefmachine en aard van de zeef) absolute resultaten geeft, resp. kan geven.

Om de foutengrenzen te bepalen werden 25 gronden met opklimmende U-cijfers in tweevoud volgens ATTERBERG geslibd. De zandfracties werden daarna telkens in tweevoud met hetzelfde zeefstel met behulp van de Rotap-zeefmachine gezeefd, waarbij telkens na afloop van het zeven de zeeffracties weer bij elkaar werden gevoegd, gemengd en opnieuw gezeefd. Hierdoor was het zoowel mogelijk de fout, ontstaan door het zeven zelf als resp. de som van de fouten, ontstaan door de resteerende heterogeniteit van het monster en door het zeven zelf, te leeren kennen. Alvorens hierop in te gaan, kan worden opgemerkt, dat de gecombineerde zeef-pipetmethode hier helaas niet was toe te passen, aangezien zeefgaas met een (volgens de fabriek) maaswijdte van  $30 \mu$  niet meer te verkrijgen was en het eenige nog beschikbare zeefje voor andere doeleinden moest worden gebruikt. In verband hiermede werd in het zeefstel ook nog een zeef met een maaswijdte van  $41 \mu$  (ook niet geijkt!) opgenomen. De doorsnede van de zeefopeningen van de plaatzeven zijn hierbij weer met 0,85 vermenigvuldigd (zie Normaalblad N 213), ofschoon de juistheid daarvan, gezien de in sub d besproken resultaten, in twijfel getrokken kan worden, gezien den grooten invloed, dien de ongelijkheid van de gemiddelde maaswijdte heeft.

Bij deze onderzoeken werd, zooals bij de gecombineerde zeefpipetmethode ook het geval is, uitgegaan van 20 gram grond, terwijl de zeeftijd 10 minuten was.

Uit de middelbare fouten van één bepaling, die uit de verkregen resultaten werden berekend, bleek de fout tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster gering te zijn. De grofste zanden schijnen nog het gemakkelijkste te ontmengen.

Deze middelbare fouten blijken verder van dezelfde grootte-orde te zijn als van de, in deze publicatie uitgewerkte, pipetmethode, die op zichzelf beschouwd in elk geval tot de nauwkeurigste methoden behoort, die heden

ten dage bekend zijn. De gemiddelde middelbare fout van één bepaling van alle zeefracties is namelijk 0,46 (alleen zeeffout) resp. 0,65 (som eigenlijke zeeffout + fout ontstaan door resteerende heterogeniteit), terwijl deze gemiddelde middelbare fout van één bepaling van de, met de pipetmethode bepaalde, fracties 0,57 (18 grondmonsters) resp. 0,58 (84 grondmonsters) is. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat deze middelbare fout toeneemt, indien verschillende echter geijkte, zeefstellen worden gebruikt.

Tenslotte is ook nog de middelbare fout van één bepaling van het U-cijfer nagegaan, voor zooverre deze alleen wordt bepaald door de eigenlijke zeeffout en de fout, ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster. Ook deze fout wordt dus grooter, indien verschillende, echter geijkte, zeefstellen worden gebruikt. Aangezien de middelbare fout (in absolute eenheden) van het U-cijfer toeneemt met een toenemend U-cijfer, is het feitelijk noodzakelijk de middelbare fout te berekenen van telkens U-cijfers tusschen bepaalde grenzen als bijv. 10—30, enz. Het aantal onderzochte grondmonsters met U-cijfers tusschen 10—30, enz. was daarvoor echter te gering. Een, zij het dan ook wellicht nog niet geheel vaststaand overzicht verkrijgt men hiervan uit de U-cijfers van de subfracties en de middelbare fouten van deze subfracties. Hieruit blijkt, dat voor de U-cijfers 405, 313, 221, 165, 113, 80, 57, 40, 28, 20, 14, 10 en 7 de middelbare fouten van één bepaling zijn: 3,6; 2,9; 2,0; 1,5; 0,6; 0,5; 0,4; 0,2; 0,1; 0,04; 0,08; 0,05. Indien men nu bedenkt, dat bij gebruik van verschillende, echter geijkte zeefstellen, de fout nog toeneemt, volgt hieruit, dat men U-cijfers van 200 en meer kan afronden op 5 eenheden nauwkeurig. Van 200—50 kan volstaan worden met de U-cijfers tot op eenheden af te ronden, terwijl men kleinere U-cijfers desgewenscht tot in tienden kan aangeven, waaraan echter geen behoefte bestaat.

## B. *Beschrijving van de verrichte onderzoekingen en van de daarmee verkregen resultaten met betrekking tot de gecombineerde zeef-pipetmethode*

### I. Enkele inleidende opmerkingen

Zooals in hoofdstuk I en II reeds werd opgemerkt, moeten diverse factoren, die van invloed op de resultaten van de analyses zijn of althans zouden kunnen zijn, nader worden onderzocht. Het lijkt mij niet noodig deze hier te noemen en te omschrijven, aangezien de opschriften van de verschillende paragrafen (zie den Inhoud) hiervan reeds een voldoende indruk geven en de bespreking van de onderzoekingen, die in verband hiermede zijn verricht, toch in de volgende paragrafen zal plaats vinden.

De proefnemingen, die in de volgende paragrafen nader besproken zullen worden, zijn niet altijd in dezelfde volgorde verricht, als zij hier zullen worden weergegeven. Ook al is daardoor soms de, bij de analyse gevolgde, methode bij de onderzoekingen, die in dezelfde paragraaf besproken zullen worden, niet gelijk, zoo leek het mij toch gewenscht, die onderzoekingen tezamen te beschouwen, die met een zelfde bedoeling zijn opgezet. Ook de volgorde van de paragrafen is zoodanig gekozen, dat de volgorde zooveel mogelijk overeenkomt met den gang van de analyse zelf. Ook hierdoor is de volgorde

in de bespreking van deze onderzoekingen soms een andere als die, waarin deze onderzoekingen werden verricht.

Tenslotte kan worden opgemerkt, dat gronden met meer dan omstreeks 20 % humus (op droge stof) moeilijkheden geven <sup>165)</sup>, die bij gronden met geringere humusgehalten niet voorkomen. Ter wille van de overzichtelijkheid is het dan ook gewenscht, om dit hoofdstuk te verdeelen in twee afdelingen in hoofdzaak geldende voor gronden met minder en met meer dan 20 % humus.

## II. Gronden met minder dan 20 % humus

### § 1. Beschrijving van de gebruikte apparatuur; de te bepalen fracties; de toegepaste bezinkingstijden

#### a. De gebruikte apparatuur

De gebruikte pipet met een inhoud van 20 cc werd nieuw geconstrueerd; het toestel, waarin de pipet bevestigd was, is het bekende door A. GALLENKAMP en Co., Londen daarvoor geleverde apparaat, welk apparaat reeds jarenlang gebruikt werd.

De gebruikte pipet werd, zooals reeds werd opgemerkt, naar onze aanwijzingen door de Neon Installatie en Glas-instrumentenfabriek N.I.G.I.F. te Groningen gemaakt (zie figuur 3). Deze pipet is voorzien van twee drie-wegkranen, waardoor voorkomen wordt, dat grovere gronddeeltjes, tijdens het ophalen van de pipet uit de suspensie, uit de pipet zakken. Ook is de pipet voorzien van een inrichting, waardoor nagespoeld kan worden. Het aanzuigen van de suspensie geschiedde verder door middel van een waterstraalpompe.

Zooals reeds in hoofdstuk I werd opgemerkt, werd in minder dan 10 seconden de pipet volgezogen. Het verrichten van de bepaling zelf geschiedt aldus:

De zijbuis a (zie figuur 3) kan door een gummislang verbonden worden met een flesch, voorzien van een gummikurk met 2 boringen. De verbinding tusschen slang en flesch geschiedt door middel van een glasbuisje, dat in één van de twee openingen in de gummistop in den hals van de flesch wordt gedrukt. In de andere opening bevindt zich een glazen buisje, dat door middel van een gummislang verbonden is met een waterstraalpompe. De pipet wordt, voordat met de analyse wordt begonnen, geledigd en uitgeblazen door middel van de slang aan het zijbuisje a. Daarna worden de kranen f en g dichtgedraaid en de slang aan buisje a met de flesch en de waterstraalpompe verbonden. Het uiteinde van den steel d wordt nu precies op het niveau van de suspensie in den cylinder geplaatst. De stand van de pipet wordt op de meetlat genoteerd en opgeteld bij de diepte, tot waar de pipet in de suspensie zal worden gebracht.

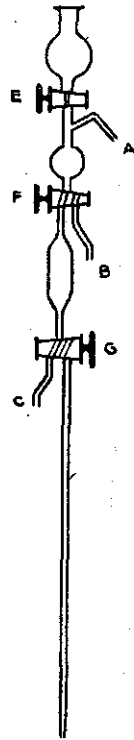


Fig. 3

<sup>165)</sup> Deze grens is niet precies aan te geven; zie sub B, afdeling II, § 10 en afdeling III.



Twintig seconden voordat de betreffende fractie moet worden gepipeteerd, wordt de pipet op de gewenschte diepte in de suspensie gebracht. Op het moment, dat de fractie moet worden afgeheveld, worden de kranen f en g tegelijk geopend en zoolang opgehouden tot de suspensie in het glazen bolletje onder buis a staat. De kranen f en g worden daarna weer gesloten. Kraan f wordt nu zoodanig gedraaid, dat de suspensie boven kraan f door het buisje b kan wegvloeien. De kraan e wordt vervolgens geopend om na te spoelen. Kraan e wordt nu weer gesloten en de kraan f en g zoo gedraaid, dat de suspensie tusschen f en g door buisje c kan wegvloeien in de voorafgewogen schaal, die men daaronder gebracht heeft. Kraan e wordt weer geopend om na te spoelen. Daarna wordt de pipet uit de suspensie gehaald en de cylinder met de suspensie wordt weggenomen. De steel d van de pipet wordt nu geleidigd, nagespoeld en uitgeblazen voor de volgende analyse. Elke twee minuten wordt op deze wijze een fractie uit een cylinder afgepipeteerd.

Aangezien van de fijnste bepaalde fractie (fractie  $< 2 \mu$ ) de bezinkingstijd (4 uren) reeds zoo lang is, dat het gewenscht is de temperatuur beter constant te houden dan dit bij staan aan de lucht mogelijk is, werden de cylinders met suspensie voor de bepaling van deze fractie in een langwerpigen bak met water geplaatst, waarin zooveel water aanwezig was, dat de vloeistofspiegel in de cylinders, waarin zich de suspensie bevindt, iets onder den waterspiegel in den bak staat. Het water in dezen bak is dus op kamertemperatuur. Deze temperatuur zal door de groote massa water bij een wisseling in de kamertemperatuur slechts zoo langzaam veranderen, dat gedurende 4 uur de temperatuur van het water binnen  $1^\circ \text{C}$  constant blijft, hetgeen voor ons doel voldoende is<sup>166</sup>). De cylinders werden verder zoolang van te voren in den bak met water geplaatst, dat de suspensie de temperatuur van het water had aangenomen. De cylinders werden daarna uit den bak genomen, met een gummikurk gesloten, waarna de suspensie in de cylinders door schudden met de hand werd gehomogeniseerd; de cylinders werden daarna weer in den bak met water teruggeplaatst. Na 4 uur werd dan de bepaling verricht, waarbij de diepte, waarop het monster aan de suspensie werd onttrokken, door de temperatuur van het water in den bak bepaald werd. (Bij  $18^\circ \text{C}$  bedraagt deze diepte 5,0 cm). De temperatuur van het water in den bak werd even voor het onttrekken van het monster aan de suspensie gemeten, hetgeen, gezien de geringe verandering, die in deze temperatuur optreedt, meer dan voldoende nauwkeurig is.

Voor de grovere fractie is de bezinkingstijd hoogstens 1 uur (fractie  $< 4 \mu$ ), waardoor de cylinders gedurende dien tijd in de lucht kunnen blijven staan aangezien de temperatuur van de suspensie gedurende dien tijd minder dan  $1^\circ \text{C}$  verandert. De temperatuur van de suspensie werd telkens voor het homogeniseeren bepaald.

<sup>166</sup>) Voor fijnere fractie is het gewenscht, dat de constantheid van de temperatuur grooter is, zij het dan ook, dat een langzaam dalende of stijgende temperatuur minder schadelijk is dan een wisselende temperatuur. Dit houdt verband met de mogelijkheid van het ontstaan van warmtestroomingen, die voor de fijnere fracties vooral ook door de langere bezinkingstijden zoo hinderlijk kunnen zijn, dat iedere bepaling van deze fractie onmogelijk wordt. Daarom is het gewenscht voor de bepaling van deze fractie de temperatuur binnen in elk geval  $0,1^\circ \text{C}$  constant te houden; zie ook: S. BERG, l. c. noot 10.

Bij alle, in deze publicatie besproken, onderzoeken (dus bepalingen tot en met de fractie  $< 2 \mu$ ), werd van precies 1 liter suspensie uitgegaan<sup>167</sup>). Deze suspensie bevindt zich in glazen cylinders op voet met een inwendige doorsnede van 6,0 cm en met een lengte van 43 à 45 cm.

Voor het uitwasschen van de suspensies werd gebruik gemaakt van gewone Büchnertrechters met een inwendige doorsnede van 15 cm en van afzuigkolven met een inhoud van 1,5 à 2 liter<sup>168</sup>). Bij de eerste bepalingen werd op den bodem van den Büchnertrechter een zacht filter gelegd, waarop een membraanfilter (grof) werd aangebracht. Spoedig bleek echter, dat de papierfilters van Sch. en Sch. No. 575 daarvoor uitnemend geschikt zijn, terwijl de afgezogen korrelmassa zich daarvan weer gemakkelijk kwantitatief laat afspoelen. Het is hierbij niet noodig nog een anderen filter als onderlaag te gebruiken. Aangezien deze filters zich gemiddeld genomen rond 15-maal achtereen laten gebruiken en zij bovendien relatief goedkoop zijn, verdienen zij de voorkeur boven membraanfilters, te meer aangezien de filtratiesnelheid grooter is dan van de membraanfilters, terwijl ook nu heldere filtraten worden verkregen. Voor het verkrijgen van dit laatste is het echter noodzakelijk de uit te wasschen waterige korrelmassa, zooals deze na afloop van de voorberekking wordt verkregen, bij voldoende onderdruk in de afzuigkolf op het van te voren natgemaakte filter te gieten.

Het uitwasschen van de korrelmassa, zooals deze na de voorberekking is verkregen, geschiedt aldus, dat deze massa eerst zooveel mogelijk op het filter wordt gebracht en de vloeistof zooveel mogelijk wordt afgezogen (tot vrijwel droog). Daarna wordt met kokend, gedestilleerd water de resterende inhoud van het bekeerglas kwantitatief op het filter gebracht, waarna de, op het filter liggende, massa 4 maal na elkaar met kokend, gedestilleerd water wordt uitgewasschen. Er bevindt zich dan omstreeks 0,8 liter (*minimaal* 0,8 liter) waschvloeistof in de afzuigkolf, als de korrelmassa op het filter droog is afgezogen.

Bij het bovenstaande kan worden opgemerkt, dat voor dit uitwasschen kokend water werd gebruikt, terwijl overigens ook de waterige korrelmassa, zooals deze na de voorberekking voorhanden is, heet op het filter wordt gebracht om de viscositeit zoo gering mogelijk te maken, waardoor de filtratie uit den aard der zaak wordt versneld.

Verder kan nog worden opgemerkt, dat met behulp van den leemgrond B 17753 is nagegaan, welk verschil er bestond in de doorgelopen hoeveelheid water, wanneer Büchnertrechters van 9 en van 15 cm inwendige doorsnede, werden gebruikt. Hiertoe werd deze grond in achtvoud (telkens 10 gram) met  $H_2O_2$  en HCl voorberekt. Op 4 verschillende Büchnertrechters met

<sup>167</sup>) Het is gewenscht, dat ter vermindering van onnoodige foutenbronnen, dit volume werkelijk 1 liter  $\pm$  0,1 à 0,2 % bedraagt. Door de cylinders te ijken en door bij 1 liter inhoud hierop een horizontale streep te trekken, kan de suspensie in deze cylinders met voldoende benadering tot 1 liter worden aangevuld.

<sup>168</sup>) Aangezien bij de latere bepalingen steeds tot 0,8 liter doorgelopen vloeistof werd uitgewasschen, werd op de afzuigkolf een streep gezet, waar de inhoud 0,8 liter bedraagt, waardoor op een eenvoudige wijze is na te gaan, of de uitwassching voldoende ver is gevorderd. De dan doorloopende waschvloeistof bleek in dat geval steeds chloorvrij te zijn. Overigens zal uit de daarover verrichte onderzoeken blijken, dat de uitwassching dan steeds voldoende is.

een inwendige doorsnede van 15 cm voorzien van een filter No. 575 (zie hiervoor) en op 4 verschillende Büchnertrechters met een inwendige doorsnede van 9 cm, eveneens voorzien van een filter No. 575, werd nu deze korrelmassa op de bovengeschetste wijze uitgewassen, waarna telkens werd bepaald in hoeveel tijd 750 cc in de afzuigkolven werd opgevangen. De onderdruk in de afzuigkolven was in alle gevallen gelijk, aangezien zij alle door middel van één buis met zijbuisjes op dezelfde waterstraalpomp waren aangesloten.

Bij gebruik van trechters met een inwendige doorsnede van 15 cm was deze tijd in de 4 gevallen resp. 50, 133, 86 en 84 minuten. Bij gebruik van trechters met een inwendige doorsnede van 9 cm waren in de 4 gevallen na 189, 182, 175 en 168 minuten nog slechts 450, 490, 500 en 500 cc vloeistof doorgelopen. In het eerste geval — trechterdoorsnede 15 cm — was verder na 110, 191, 156 en 164 minuten resp. 1075, 1000, 1050 en 1010 cc vloeistof doorgelopen. Hieruit volgt dan ook wel, dat de filtratiesnelheid bij het gebruik van trechters met een inwendige doorsnede van 15 cm belangrijk groter was dan bij het gebruik van trechters met inwendige doorsnedes van 9 cm. Aangezien  $\pm 800$  cc vloeistof in de afzuigkolf moet worden opgevangen, voordat de uitwassching voltooid is (geen uitvlokkende electrolyten meer aanwezig zijn), verdient dan ook het gebruik van trechters met een inwendige doorsnede van 15 cm aanbeveling boven het gebruik van trechters met inwendige doorsnedes van 9 cm, welke eerstgenoemde trechters dan ook steeds gebruikt werden. Per dag kunnen door een laborant 10 à 12 monsters in enkelvoud worden voorbereid, uitgewassen en gedeeltelijk ook reeds worden (nat)gezeefd. Zie ook § 2 van dit hoofdstuk.

Tenslotte is gebleken, dat de uitgewassen korrelmassa zich gemakkelijk kwantitatief van het filter in den Büchnertrechter en van de opstaande randen van dezen Büchnertrechter zelf laat verwijderen. De daarbij optredende verliezen zijn zeer gering en te verwaarloozen.

#### b. De te bepalen fracties

In overeenstemming met het Normaalblad No. N 210 dient de indeeling van de zandfractie (16—2000  $\mu$ ) in de volgende fracties te geschieden, nl. 16—23; 23—34; 34—50; 50—75; 75—105; 105—150; 150—210; 210—300; 300—420; 420—600; 600—850  $\mu$  en groter dan 850  $\mu$ <sup>169</sup>). In afwijking daarmede

<sup>169</sup>) Helaas is men bij de samenstelling van het Normaalblad N 213 genoodzaakt geweest voor zeven van 1000  $\mu$  evenals voor de grovere zeven tot 2 mm toe geen draadzeven, maar het gebruik van plaatzeven met ronde openingen voor te schrijven. Dit is niet alleen te betreuren, maar, zooals we in sub A van dit hoofdstuk gezien hebben, ook onjuist, zoolang deze zeven niet geijkt zijn, aangezien plaatzeven met ronde openingen volgens de hierover verrichte onderzoekingen althans ongeveer evenveel schijnen door te laten als draadzeven met vierkante openingen, waaraan de zijde slechts 0,85e deel van de doorsnede van de ronde openingen in de plaatzeven uitmaakt. Het is dan ook onmogelijk zich daaraan te houden, tenzij de bedoelde omrekening plaats vindt (zie O. DE VRIES, l. c. noot 3, blz. 645), hetgeen evenmin een fraaie oplossing is. Overigens staat het volstrekt niet vast, dat deze verhouding steeds 0,85 is; in sub A. van dit hoofdstuk hebben we immers gezien, dat verschil in gedrag van de draadzeef en de plaatzeef met ronde openingen althans voor een groot gedeelte niet ligt aan den vorm der deeltjes, maar aan het feit, of de doorsnedes van deze openingen meer of minder gelijk zijn. Hieruit volgt, dat het op zichzelf beschouwd meer of minder een toeval is, dat de hiervoor genoemde verhouding 0,85 is. Bij een eventuele vernieuwing van het Normaalblad zou het mijns inziens dan ook gewenscht zijn om plaatzeven pas bij zeefopeningen te laten beginnen,

zijn de fijnste fracties van de zandfracties aldus gekozen: 16—25; 25—35 en 35—50, waarbij de grens van 35  $\mu$ , zooals we zullen zien, slechts ten naaste bij vaststaat en aan weerszijden 2  $\mu$  kan wisselen (33 tot 37  $\mu$ ) in verband met het feit, dat hier de grens tusschen de (droge) zeefmethode en de pipetmethode zal worden gekozen en voor het natzeven een draadzeef met openingen van (omstreeks) 35  $\mu$  zal worden gebruikt.

Voor de fracties kleiner dan 16  $\mu$  tot en met de fractie  $< 2 \mu$  zijn de volgende fracties gekozen, nl.:  $< 2 \mu$ , 2—4  $\mu$ , 4—8  $\mu$  en 8—16  $\mu$ . Later is hier nog bijgekomen de fractie  $< 1 \mu$  en derhalve ook 1—2  $\mu$ .

### c. De bezinkingstijden

Wat den bezinkingstijd betreft, heb ik gemeend, in afwijking met het voorschrift, hierover gegeven in het Normaalblad N 213<sup>170)</sup>, mij streng te moeten houden aan de Wet van STOKES (zie hoofdstuk II), waarbij voor de viscositeit die van zuiver water is genomen, terwijl de dichtheid van de gronddeeltjes gesteld is op 2,675 (zie hoofdstuk II, § 12). De Wet van STOKES luidt aldus ( $g$  = versnelling van de zwaartekracht; in ons land 981 cm/sec<sup>-2</sup>).

$$v = \frac{2 \cdot (D_s - D_l) g r^2}{9 \eta} = \frac{218 \cdot 1,675 \cdot r^2}{\eta}$$

Nu is het voor de uitvoering van de analyse gemakkelijker steeds dezelfde bezinkingstijden aan te houden, waarbij dus de diepte onder den vloeistofspiegel varieert met de temperatuur van de suspensie. Deze bezinkingstijden werden verder zoo gekozen, dat de bepalingen van alle fracties, die met de pipetmethode bepaald worden, op één dag kunnen geschieden en bovendien een serie van 10 bepalingen achter elkaar volledig kan worden afgewerkt.

De geringste diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de vloeistof wordt weggepipeteerd, bedraagt 4 cm. Aangezien telkens ongeveer 32 cc wordt weggezogen<sup>171)</sup>, bedraagt volgens KÖHN<sup>172)</sup> de maximale fout tengevolge van het feit, dat een bolvormige volume suspensie en niet een oneindig dunne horizontale laag wordt weggezogen, hoogstens 0,2 %. Deze fout is dus te verwaarloozen klein.

De viscositeit van de verdunde oplossingen van de hier gebruikte peptisatoren is binnen 1 % gelijk aan die van zuiver water bij de overeenkomstige temperatuur. Met name geldt dit voor de meest gebruikte peptisatoren in

waarbij van grond op grind wordt overgegaan, terwijl anderzijds bij de analyse van gronden nog een metaaldraadzeef van 1000, 1410 en 2000  $\mu$  zou kunnen worden tusschengeschakeld, waardoor een omrekening onnodig is en bovendien ook nog de fracties 1000—1410 en 1410—2000  $\mu$  bepaald worden. De mogelijkheid bestaat overigens ook zeer wel, dat het bij geijkte zeven onverschillig is, wat voor soort zeef men gebruikt (zie sub A. van dit hoofdstuk). Dit staat echter nog niet vast.

<sup>170)</sup> De formule, die in het Normaalblad wordt aanbevolen, is minder juist, aangezien in deze formule een te groote dichtheid van de gronddeeltjes in rekening wordt gebracht. Overigens wordt hier behalve van verdunde ammoniak ook van verdunde oplossingen van Na-pyrophosphaat en Na-oxalaat en soms ook van andere zouten gebruik gemaakt.

<sup>171)</sup> De inhoud van de pipet tusschen de twee driewegkranen is 20 cc. De steel van de pipet wordt echter ook gevuld, terwijl de suspensie iets boven de bovenste driewegkraan staat, voordat deze wordt gesloten. In totaal wordt dan ook ongeveer 32 cc per keer aan de vloeistof onttrokken.

<sup>172)</sup> l. c. noot 18.

de gebruikelijke concentraties, nl. voor 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en 0,005 M  $(\text{COO})_2\text{Na}_2$ . Volgens de „Physikalische Chemische Tabellen van LANDOLT-BÖRNSTEIN” is de viscositeit van de genoemde zoutoplossingen iets hooger dan die van zuiver water bij dezelfde temperatuur, welk verschil hier dus verder wordt verwaarloosd.

In tabel 30 zijn tenslotte de diepten onder den vloeistofspiegel aangegeven, waaruit na de aangegeven bezinkingstijden de vloeistof bij de aangegeven temperatuur moet worden gepipeteerd.

TABEL 30

Temperatuur	Diepten in cms waarop gepipeteerd wordt					
	Fractie < 35 $\mu$ Tijd 46 sec. )	Fractie < 25 $\mu$ Tijd 5 min. 20 sec.	Fractie < 16 $\mu$ Tijd 15 min.	Fractie < 8 $\mu$ Tijd 20 min.	Fractie < 4 $\mu$ Tijd 60 min.	Fractie < 2 $\mu$ Tijd 4 uren
10	15,7	14,0	16,1	5,3	4,0	4,0
10,5	15,9	14,2	16,3	5,5	4,1	4,1
11	16,1	14,4	16,6	5,5	4,2	4,2
11,5	16,4	14,6	16,8	5,6	4,2	4,2
12	16,7	14,8	17,0	5,7	4,3	4,3
12,5	16,9	15,0	17,3	5,7	4,3	4,3
13	17,1	15,2	17,5	5,8	4,4	4,4
13,5	17,3	15,4	17,7	5,9	4,4	4,4
14	17,5	15,6	18,0	6,0	4,5	4,5
14,5	17,7	15,8	18,2	6,1	4,6	4,6
15	18,0	16,0	18,4	6,1	4,6	4,6
15,5	18,3	16,2	18,7	6,2	4,7	4,7
16	18,5	16,4	18,9	6,3	4,7	4,7
16,5	18,7	16,7	19,2	6,4	4,8	4,8
17	19,0	16,9	19,4	6,5	4,9	4,9
17,5	19,3	17,1	19,7	6,5	4,9	4,9
18	19,5	17,3	19,9	6,7	5,0	5,0
18,5	19,7	17,5	20,2	6,7	5,1	5,1
19	19,9	17,7	20,4	6,8	5,1	5,1
19,5	20,2	17,9	20,7	6,9	5,2	5,2
20	20,5	18,2	20,9	7,0	5,2	5,2
20,5	20,7	18,4	21,2	7,1	5,3	5,3
21	20,9	18,6	21,4	7,1	5,4	5,4
21,5	21,2	18,9	21,7	7,3	5,4	5,4
22	21,5	19,1	22,0	7,3	5,5	5,5
22,5	21,7	19,3	22,2	7,4	5,6	5,6
23	21,9	19,5	22,5	7,5	5,6	5,6
23,5	22,2	19,7	22,7	7,6	5,7	5,7
24	22,5	19,9	23,0	7,7	5,8	5,8
24,5	22,7	20,2	23,2	7,7	5,8	5,8
25	22,9	20,4	23,5	7,9	5,9	5,9

\* De fractie < 35  $\mu$  wordt afgepipeteerd op een diepte overeenkomende met de diepte van de fractie < 70  $\mu$ .

De bezinkingssnelheid in  $\text{cm/sec}^{-1}$   $V = \frac{218 \times 1.675 \times r^2}{\eta}$ . Hierin is  $r$  de straal van de deeltjes in  $\text{cm}$  en  $\eta$  de viscositeit in  $\text{cm}^{-1}\text{g sec}^{-1}$ .

§ 2. *Beschrijving van de voorbereiking van de gronden en van den gang van de analyse tot en met het natzeven*

De voorbereiking van den grond en de gang van de analyse tot en met het natzeven is vrijwel van het begin van deze onderzoekingen af dezelfde gebleven. Deze moge hier nu eerst beschreven worden, waarbij zal worden aangegeven, in hoeverre hier nog veranderingen zijn aangebracht.

a. De voorbereiking van den grond

Zooals reeds in hoofdstuk I werd opgemerkt, werd bij de voorbereiking van den grond de z.g. Internationale methodé A (met  $H_2O_2$  en HCl) gevolgd. Aanvankelijk werd van 10 gram luchtgedroogden, door een 2 mm zeef gezeefden grond uitgegaan. Toen echter later bleek, dat de gemaakte fouten veel kleiner werden, indien meer grond werd gebruikt, werd van 20 gram luchtdrogen grond uitgegaan.

Indien van 10 gram luchtdrogen grond wordt uitgegaan, is de voorbereiking aldus:

Van den luchtgedroogden, door een 2 mm zeef gezeefden grond wordt 10 gram afgewogen en in een bekersglas van 750 à 800 cc gebracht. 's Middags te voren wordt hieraan 50 cc  $H_2O_2$  van 30 % toegevoegd, die men gedurende den nacht laat inwerken. Den volgenden morgen wordt eerst op een kleine vlam 5 minuten gekookt, dan wordt HCl 0,2 N toegevoegd, en wel eerst zooveel als noodig is om de  $CaCO_3$  op te lossen (voor iedere procent  $CaCO_3$  10 cc 0,2 N HCl) en verder vervolgens nog 100 cc HCl overmaat, waarna met gedestilleerd water wordt aangevuld tot 400 cc. De concentratie van HCl is dan 0,05 N. Daarna wordt de massa gedurende 15 minuten op de vlam gekookt. Deze methode zal worden aangeduid als „methode van voorbereiking van 10 gram grond”.

Indien van 20 gram luchtdrogen grond wordt uitgegaan, is de voorbereiking dezelfde, behalve dat nu 's middags 100 cc  $H_2O_2$  van 30 % aan 20 gram grond wordt toegevoegd, terwijl als overmaat HCl nu niet 100, maar 125 cc HCl wordt gegeven. Voor iedere procent  $CaCO_3$  wordt nu natuurlijk niet 10, maar 20 cc 0,2 N HCl toegevoegd. De eindconcentratie van het zoutzuur is nu iets hooger, nl. 0,06 N, aangezien ook nu tot 400 cc wordt aangevuld. Deze methode zal worden aangeduid als „methode van voorbereiking van 20 gram grond”.

In een enkel geval werd ook van 30 gram luchtdrogen grond uitgegaan. De wijze van voorbereiking zal echter bij de behandeling van dat geval worden aangegeven.

b. Het uitwasschen van den grond

Nadat de grond op de, in sub a aangegeven wijze, is voorbereikt, wordt deze met behulp van een Büchnertrechter van 15 cm inwendige doorsnede uitgewasschen en gefiltreerd door een filter 585 van Sch. en Sch. De inhoud van het bekersglas (voorbewerkte grond) wordt kokend op het filter gebracht. Vervolgens wordt 4-maal uitgewasschen met kokend, gedestilleerd water, nadat eerst al de opgebrachte vloeistof is afgezogen, waarbij in totaal  $\pm 0,8$  liter

in de afzuigkolf wordt opgevangen. In enkele gevallen werd de uitwassching met kokend gedestilleerd water verder voortgezet, totdat 1,25 tot soms 1,6 liter vloeistof was opgevangen. Indien dit het geval is, zal dit bij de bespreking van die onderzoeken worden aangegeven.

Ook deze methode van uitwassching geldt in het algemeen voor alle gronden, dus ook voor gronden met meer dan 20 % humus. Voor zooverre bij het onderzoek van laatstgenoemde gronden proefnemingen zijn verricht, waarbij met de uitwassching werd voortgegaan, totdat een grooter volume werd opgevangen, zal dit natuurlijk eveneens bij de bespreking van die onderzoeken worden opgemerkt.

### c. Het natzeven

Ook het natzeven geschiedde voor alle gronden op dezelfde wijze, die hieronder aangegeven zal worden. Voor zooverre hiervan wordt afgeweken, zal dit bij de betreffende onderzoeken worden vermeld.

Het filter met den uitgewassen grond (afkomstig uit de Büchnertrechter) wordt nu tegen den wand van een glazen trechter A met korten steel (bovenwijdte trechter  $\pm 15$  cm) gelegd (zie figuur 5\*). Onder dezen trechter bevindt zich een tweeden glazen trechter B (bovenwijdte  $\pm 12$  cm), waarvan de steel is afgesloten door een gummislang met klemkraan. In den trechter B ligt een zeeffe (doorsnede uitwendig 8,5 cm; doorsnede zeefgaas ruim 7,5 cm), waarvan figuur 6 een beeld van de constructie geeft<sup>173</sup>). Onder den trechter B bevindt zich tenslotte een platbodemkolf van 1 liter.

Met behulp van een penseel en door spoelen met heet gedestilleerd water wordt de grond nu kwantitatief van het bovengenoemde filter verwijderd en op het zeeffe gebracht. Dit is ook het geval met de resteerende gronddeeltjes in den Büchnertrechter, nadat het filter hier met behulp van een pincet uitgenomen is.

Tijdens het brengen van den voorbereikten grond op het zeeffe en ook telkens tijdens het spuiten van het gedestilleerde water op het zeeffe wordt de massa voortdurend met een zachtharige penseel over het zeefgaas gewreven, waardoor het grootste gedeelte van de korrelmassa, dat deze zeef kan passeeren, ook reeds deze zeef passeert. De slang aan den trechter B wordt verder zoolang gesloten gehouden, totdat het water boven het gaas van het zeeffe staat; de fijnere deelen van de, op het gaasje achtergebleven massa spoelt men dan door op en neer bewegen van het zeeffe er uit. Af en toe laat men den trechter B in de kookkolf leegloopen en spuit opnieuw water op het zeeffe onder voortdurend wrijven van de korrelmassa met behulp van een penseel over het zeefgaas, totdat de vloeistof weer iets boven het zeefgaas staat, enz. Hiermede wordt voortgegaan tot ongeveer 0,8 liter in de kookkolf is

\*) Figuur 4 is vervallen.

<sup>173</sup>) Oorspronkelijk bevond zich geen onderlaag onder het zeefgaas. Toen echter bleek, dat de, op deze wijze gemaakte, zeeffes slechts een korten levensduur hadden, werd als onderlaag een zeefgaas met wijdten van rond 200 à 300  $\mu$  gebruikt. Dit laatste geval is in figuur 6 aangegeven. Verder werd soms een zeeffe met een grootere doorsnede gebruikt. De trechter B had dan uiteraard een overeenkomstig grootere doorsnede. Ook werd dit natzeven mechanisch uitgevoerd met behulp van een trilzeef (zie ook sub A van dit hoofdstuk). Hierop zal worden teruggekomen.

opgevangen. De doorgelopen waschvloeistof is dan helder uitgezonderd bij sterk ijzerhoudende of humeuze gronden.

De fractie, grover dan de maaswijdte van de zeef, welke fractie zich dus op het gaasje bevindt, wordt kwantitatief in een bekerglas gespoeld en van hieruit na afhevelen van de bovenstaande vloeistof in een vooraf gewogen schaal gebracht. Deze schaal wordt op een waterbad geplaatst tot de vloeistof is verdampt, vervolgens in een droogstoof bij  $105^{\circ}\text{C}$  gedurende 1 uur gedroogd, in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld en gewogen<sup>174)</sup>.

Het zeven van de korrelmassa onder water (vloeistof boven het zeefgaas) geschiedde om eventueel door de oppervlaktespanning aan de zeef klevende korreltjes te verwijderen.

Ten bewijze van het feit, dat onder water zeven noodzakelijk is om een zooveel mogelijk volledige scheiding te verkrijgen en om tegelijkertijd aan te toonen in hoeverre het geoorloofd is om het natzeven te beëindigen, zodra 0,8 liter vloeistof in de kookkolf werd opgevangen, werden de volgende proeven genomen:

Van twee gronden werd telkens 10 gram op de aangegeven wijze voorbereid. In het eerste geval werd de voorbereide grond niet onder water gezeefd (de trechter B was dus niet door een gummislang met klemkraan afgesloten) tot 0,8 liter vloeistof was doorgelopen; in het tweede geval werd onder water gezeefd tot 0,8 liter vloeistof was doorgelopen; in het derde geval werd ook onder water gezeefd tot 2 liter vloeistof was doorgelopen, terwijl in het vierde geval van 20 gram grond werd uitgegaan en onder water werd gezeefd tot 2 liter vloeistof was opgevangen. De resultaten zijn in in tabel 31 vermeld, waarbij werd volstaan met het gehalte van de deeltjes grooter dan  $50\ \mu$ , aan te geven. De maaswijdte van het gebruikte zeefgaas was in dit geval namelijk ongeveer  $50\ \mu$ .

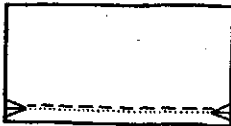


Fig. 6

Uit tabel 31 blijkt, dat tengevolge van het onder water zeven bij beide gronden in overeenstemming met de verwachting minder op het zeefje blijft liggen dan indien niet onder water wordt gezeefd. Hieruit volgt dan ook wel, dat onder water zeven noodzakelijk is. Hierop zal dan ook niet weer worden teruggekomen.

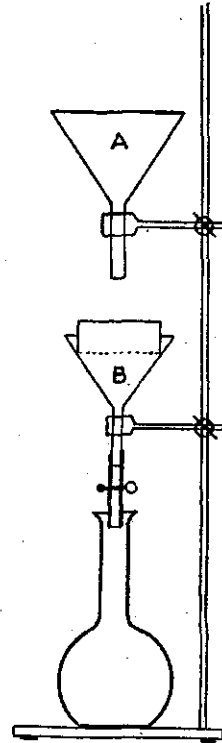


Fig. 5

<sup>174)</sup> Ofschoon hier de watersorptie van schaalte en korrelfractie hoogstens een te verwaarloozen fout kan geven, werden ook hier bij serie-onderzoekingen dezelfde schaaltes steeds in denzelfden exsiccator geplaatst en steeds in dezelfde volgorde gewogen. Hierbij kan worden opgemerkt, dat ook de lege schaaltes 1 uur bij  $105^{\circ}\text{C}$  in een droogstoof werden gedroogd, op de hiervoor genoemde wijze werden afgekoeld en gewogen.



TABEL 31

Monster B 2624 Knikgrond Warffum		Monster B 8400 Knikgrond Westerwijkwerd	
Gevolgte zeefmethode	Gehalte fractie > $\pm 50 \mu$ in %	Gevolgte zeefmethode	Gehalte fractie > $\pm 50 \mu$ in %
10 g grond; niet onder water; 0,8 liter . . . .	22,8	10 g grond; niet onder water; 0,8 liter . . . .	15,0
10 g grond; wel onder water; 0,8 liter . . . .	18,5	10 g grond; wel onder water; 0,8 liter . . . .	10,9
10 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	15,9	10 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	12,2
20 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	21,3	20 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	10,3
20 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	22,7	20 g grond; wel onder water; 2 liter . . . . .	11,1

*Opmerkingen:* In alle gevallen werd steeds dezelfde zeef gebruikt.

Bij den grond No. 8400 maakt het verder geen verschil uit, of, indien onder water wordt gezeefd, van 10 dan wel van 20 gram grond wordt uitgegaan en met het zeven wordt doorgedaan tot 0,8 dan wel 2 liter vloeistof is opgevangen. Bij grond No. B 2624 was het gehalte aan de fractie  $> \pm 50 \mu$  kleiner, indien van 10 gram grond werd uitgegaan en onder water werd gezeefd tot 2 liter doorgelopen vloeistof was opgevangen, dan wanneer van 10 gram grond werd uitgegaan en nu onder water werd gezeefd tot 0,8 liter doorgelopen vloeistof was opgevangen. De gehalten, verkregen in het geval, dat van 20 gram grond werd uitgegaan en onder water werd gezeefd tot 2 liter was doorgelopen, waren weer hooger.

Uit het bovenstaande volgt, dat het waarschijnlijk is, dat de gevolgde methode van zeven niet absoluut is, d.w.z. zoowel afhankelijk is van den zeefduur (hoeveelheid doorgelopen vloeistof) als van de hoeveelheid te zeven materiaal. Hierop zal in § 5 worden teruggekomen. Aldaar zullen ook de onderzoekingen worden behandeld, die met de trilzeef (zie ook sub A van dit hoofdstuk) zijn uitgevoerd en waar dit zeven dus mechanisch werd uitgevoerd.

Het bovenstaande neemt niet weg, dat vrijwel steeds op de bovenaangegeven wijze (dus met de hand) en tot 0,8 liter vloeistof is doorgelopen, is gezeefd. De verbetering van deze zeefmethode door mechanisch zeven (trilzeef) is pas tegen het eind van de onderzoekingen naar voren gekomen; overigens was deze trilzeef niet aanwezig en moesten de daarmede verrichte onderzoekingen elders worden uitgevoerd. Ook was geen zeefgaas met een maaswijdte van  $35 \mu$  meer aanwezig noch te krijgen, zoodat voor deze grondmonsters, waarbij met de hier beschreven en dus vrijwel steeds gevolgde methode mogelijk geen absolute cijfers zijn verkregen — hierbij gaat het dus om de verdeling van de fractie van 25 tot  $50 \mu$  in de fractie  $25-35 \mu$  en  $35-50 \mu$  —, de bepalingen niet met de verbeterde zeefmethode (met behulp trilzeef) waren te herhalen. Overigens is dit alleen voor de fractie  $25-50 \mu$  van belang en voor de andere fracties dus van geen invloed.

§ 3. *Het bij de voorberekking in oplossing gegane materiaal; de bepaling en de samenstelling daarvan en de afhankelijkheid van de concentratie van het gebruikte HCl; de al- of niet-wenschelijkheid om bij ijzeroxydehoudende gronden een hoogere HCl-concentratie bij de voorberekking te gebruiken*

a. De bepaling van het bij de voorberekking in oplossing gegane materiaal.

Het filtraat, dat in de afzuigkolf na de uitwassching van den voorberekten grond is opgevangen, bevat dus het bij de voorberekking in oplossing gegane materiaal. Dit filtraat werd tot precies 1 liter aangevuld.

Aangezien bij de gronden met een zeker  $\text{CaCO}_3$ -gehalte deze koolzure kalk door het zoutzuur in oplossing gaat als  $\text{CaCl}_2$ , zal dit filtraat ook dit zout bevatten. Het gehalte daarvan moet natuurlijk in mindering worden gebracht. Oorspronkelijk (uitgegaan werd van 10 gram grond) werd 50 cc van het tot precies 1 liter verdunde filtraat in een vooraf gewogen porseleinen schaal gebracht, op een waterbad ingedampt tot droog, vervolgens nog gedurende 2 uur in een droogstoof bij  $105^\circ\text{C}$  nagedroogd, in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld en gewogen. Hierbij bleek echter, dat de ingedampte massa sterk hygroscopisch was, terwijl behalve de chloriden, afkomstig uit  $\text{CaCO}_3$ , ook nog andere chloriden aanwezig waren, waarvoor een correctie moest worden aangebracht, welke correctie voor verschillende gronden hoven dien niet constant was. Om deze redenen werd dan ook reeds spoedig<sup>176)</sup> een andere methode gevolgd, waarbij de ingedampte rest gedurende twee uur bij  $1000^\circ\text{C}$  werd gegloeid. Hiervoor werden echter eerst de chloriden omgezet in nitraten, die door gloeien overgingen in de oxyden (bijv.  $\text{CaO}$ ), zooals de later te bespreken onderzoeken hebben aangetoond.

In alle gevallen, waarbij van 10 gram grond werd uitgegaan, werd de bepaling van het gehalte van het bij de voorberekking in oplossing gegane materiaal — in het vervolg kortweg gloeiverlies genoemd — aldus verricht:

De afgefilterde oplossing + waschwater in de afzuigkolf werd in een maatkolf op precies 1 liter gebracht; 50 cc daarvan werd in een porseleinen schaal afgepipeteerd en op een waterbad tot droog ingedampt. De ingedroogde massa werd daarna met 5 cc geconcentreerd  $\text{HNO}_3$  bevochtigd, waarna weer tot droog werd ingedampt. Dit werd nog eens herhaald, waarna de schaaltes 2 uur in een moffeloven ( $\pm 1000^\circ\text{C}$ ) werden gegloeid, afgekoeld in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  en gewogen. Deze gloeirest is aangegeven in procenten op drogen grond, waarvoor de gewogen hoeveelheid met 200 moet worden vermenigvuldigd, d.w.z., dat 5 mg verschil in de gewogen hoeveelheid 1 % verschil in de gloeirest uitmaakt. Bij gronden, die  $\text{CaCO}_3$  bevatten, wordt de  $\text{CaO}$  ( $0,56 \times$  het percentage  $\text{CaCO}_3$ ) van de gloeirest, uitgedrukt in procenten op droge stof, afgetrokken. Voor het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de gebruikte  $\text{H}_2\text{O}_2$  wordt 0,5 % in mindering gebracht<sup>176)</sup>.

<sup>176)</sup> Bij alle in deze publicatie aangegeven gehalten van het, bij de voorberekking in oplossing gegane, materiaal (gloeirest) werd tot  $1000^\circ\text{C}$  gegloeid.

<sup>176)</sup> Dit gehalte is niet altijd hetzelfde en moet dus bij het in gebruik nemen van een nieuwe mandflesch  $\text{H}_2\text{O}_2$  opnieuw worden bepaald.

Toen later bleek, dat nauwkeuriger resultaten verkregen konden worden door van 20 gram grond uit te gaan, werd niet 50 maar 100 cc van het filtraat ingedampt. De ingedroogde massa werd nu met tweemaal 10 in plaats van met tweemaal 5 cc geconcentreerd  $\text{HNO}_3$  behandeld. Ook nu wordt de gloeirest aangegeven in procenten op drogen grond, waarvoor de gewogen hoeveelheid nu niet met 200, maar slechts met 50 moet worden vermenigvuldigd, d.w.z., dat 20 mg verschil in de gewogen hoeveelheid slechts 1 % verschil in de gloeirest uitmaakt. Voor de gronden, die  $\text{CaCO}_3$  bevatten, wordt weer  $0,56 \times$  het percentage  $\text{CaCO}_3$  afgetrokken en voor het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de gebruikte peroxyde weer 0,5 %<sup>176</sup>).

b. Bepaling van de samenstelling van het in oplossing gegane materiaal; controle van de aangebrachte correcties bij de bepaling van de gloeirest

Het spreekt wel vanzelf, dat zorgvuldig is nagegaan, of inderdaad de gegloeide droogrest (in het vervolg gloeirest genoemd) gelijkgesteld mag worden aan de som van de bij de voorbereiding in oplossing gegane  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  en  $\text{SO}_3$ . Met name moest ook worden gecontroleerd, of de  $\text{CaCO}_3$  van den grond via  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  door de gloeiing bij  $1000^\circ \text{C}$  eveneens wordt omgezet in  $\text{CaO}$ , zoodat de aanwezigheid van  $\text{CaCO}_3$  inderdaad in rekening is te brengen door van de gloeirest, uitgedrukt in procenten op drogen grond, het 0,56 deel van het gehalte aan  $\text{CaCO}_3$  (uitgedrukt in procenten op drogen grond) af te trekken. De door de voorbereiding in oplossing gegane  $\text{K}_2\text{O}$  en  $\text{P}_2\text{O}_5$ , resp. de door uitwisseling in het filtraat aanwezige  $\text{K}_2\text{O}$  en  $\text{Na}_2\text{O}$ , werden verwaarloosd.

Alvorens hierop nader in te gaan, kan worden opgemerkt, dat geen chloriden meer waren aan te toonen, nadat de ingedamppte massa tweemaal met geconcentreerd  $\text{HNO}_3$  was ingedampt. Dit bleef het geval, indien de grond met 1 N  $\text{HCl}$  was voorbehandeld (zie hieronder).

Om nu verder na te gaan in hoeverre de gloeirest overeenkomt met de som van de hiervoor genoemde oxyden, werden van een 19-tal gronden (uitgegaan werd van 10 gram grond en 50 gram filtraat) in duplo in de filtraten de gehalten aan  $\text{SiO}_2$ , sesquioxyden,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  en  $\text{SO}_3$  bepaald. In tabel 32 zijn de gemiddelde resultaten aangegeven.

Uit tabel 32 blijkt, dat alle gronden  $\text{SO}_3$  bevatten, hetgeen natuurlijk zeer onwaarschijnlijk is. Het bleek dan ook al spoedig, dat de gebruikte  $\text{H}_2\text{O}_2$  per 50 cc 30 % 0,45 %  $\text{SO}_3$  op 100 gram grond berekend bevat. Dit gehalte komt tennaastebij overeen met het gehalte, dat de meeste van de onderzochte gronden bevatten.

Verder volgt uit tabel 32, dat de som van de oxyden binnen kleine foutengrenzen gelijk is aan de gemiddelde gloeirest; gemiddeld genomen van 19 grondmonsters zijn beide waarden zelfs dezelfde. Hieruit volgt dan ook, dat inderdaad mag worden aangenomen, dat de in gronden aanwezige  $\text{CaCO}_3$  via  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  overgaat in  $\text{CaO}$ , zoodat de gloeirest daarvan dan ook op de reeds aangegeven wijze mag worden gecorrigeerd. Het spreekt wel vanzelf, dat dit laatste ook geldt, indien van 20 in plaats van 10 gram grond wordt uitgegaan.

<sup>176)</sup> Zie voor noot blz. 795.

TABEL 32

Grondmonster N°. B	% op 100 gram drogen grond							
	SiO <sub>2</sub>	Sesquioxiden	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Som van de gehalten van de oxyde	Gloeirest Niet- gecorrigeerd	Gloeirest-som van de gehalten van de oxyden
833	0,71	0,52	0,67	0,23	0,49	2,6	2,9	+ 0,3
2049	0,18	0,54	0,47	0,16	0,53	1,9	1,7	- 0,2
2053	0,39	0,88	0,60	0,28	0,55	2,7	2,7	0
2054	0,60	1,10	0,73	0,30	0,58	3,3	3,3	0
2624	0,34	0,65	0,26	0,26	0,53	2,0	1,8	- 0,2
2871	0,33	0,90	0,45	0,20	0,53	2,4	2,4	0
2929	0,33	0,54	0,86	0,21	0,49	2,4	2,6	+ 0,2
7288	0,78	2,12	2,88	0,50	1,39	7,7	8,1	+ 0,4
7978	0,65	0,64	0,67	0,39	0,52	2,9	3,1	+ 0,2
8400	0,52	0,57	0,62	0,33	0,50	2,5	2,3	- 0,2
15120	0,54	1,06	0,74	0,28	0,61	3,2	2,9	- 0,3
20869	0,25	0,81	0,32	0,16	0,48	2,0	1,8	- 0,2
20892	0,60	0,71	0,54	0,26	0,46	2,6	2,5	- 0,1
7663	0,50	1,36	0,48	0,25	0,57	3,2	2,7	- 0,5
6789	0,52	0,79	0,86	0,09	0,39	2,7	3,0	+ 0,3
8037	0,08	0,16	0,30	0,14	0,53	1,2	1,4	+ 0,2
17753	0,41	1,23	0,82	0,15	1,08	3,7	3,3	- 0,4
7644	1,16	1,06	2,39	0,80	0,46	5,9	6,1	+ 0,2
17752	0,66	1,36	1,23	0,26	0,46	4,0	4,1	+ 0,1
Gemiddeld	—	—	—	—	—	3,1	3,1	—

Opmerkingen: In 50 cc van het gebruikte H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bleek 0.45 % SO<sub>2</sub> aanwezig te zijn.

c. Invloed van de concentratie van het, bij de voorbereiding gebruikte, HCl. Is het gewenscht bij de ijzeroxydehoudende gronden een hoogere HCl-concentratie te gebruiken bij de voorbereiding?

Bij de in § 2 beschreven voorbereiding van den grond is na de behandeling met H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en tijdens het koken met HCl de concentratie daarvan ± 0,06 N. Het was gewenscht na te gaan in hoeverre deze gloeirest verandert, indien de concentratie van dit zoutzuur grooter wordt. Met een 5-tal gronden zijn daarover proeven genomen met verschillende zoutzuurconcentraties, nl. 0,06, 0,25 en 0,5 N (tijdens het koken). De resultaten van de analyses (gemiddelde van duplobepalingen) zijn in tabel 33 aangegeven. Hierbij moet worden opgemerkt, dat, zooals in § 8 en IV nader zal worden aangegeven, aan de door de zeef heen gegane suspensie zooveel (COONa)<sub>2</sub> wordt toegevoegd, dat na koken gedurende 15 minuten, na afkoeling en nadat de suspensie tot precies 1 liter was verdund, de eindconcentratie 0,005 M was. Hierbij werd uitgegaan van 20 gram grond.

Uit tabel 33 blijkt, dat voor de grondmonsters 22 B 967 en 22 B 970 de

gloeirest niet of nauwelijks met de concentratie van het gebruikte zoutzuur toeneemt; voor de 3 andere gronden is deze toename duidelijk tot zelfs zeer sterk merkbaar. Uit het feit, dat de fractie  $> 35 \mu$  ook bij de laatste 3 gronden onafhankelijk van de gebruikte zuursterkte constant is, terwijl de som van alle bestanddeelen in alle gevallen bij 100 ligt, volgt, dat het materiaal, dat door het geconcentreerde zoutzuur wordt opgelost, afkomstig is van de

TABEL 33

Monster N°.	In % op drogen grond										
	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	$< 2 \mu$	$2-4 \mu$	$4-8 \mu$	$8-16 \mu$	$16-25 \mu$	$25-35 \mu$	$> 35 \mu$ †)	Som *)
22 B 967											
0,5 N HCl . . . . .	0	3,3	1,4	3,0	1,0	1,3	3,5	6,3	13,8	64,3	97,9
0,25 N HCl . . . . .	0	3,3	1,4	3,5	1,0	1,8	3,1	6,5	13,2	65,6	99,4
0,06 N HCl . . . . .	0	3,3	1,2	5,9	0	1,3	3,1	6,9	12,4	65,3	99,4
22 B 970											
0,5 N HCl . . . . .	0	2,8	2,2	10,3	1,1	1,3	1,9	1,7	2,9	75,1	99,3
0,25 N HCl . . . . .	0	2,8	2,0	10,3	1,2	2,3	1,8	2,2	2,2	75,7	100,5
0,06 N HCl . . . . .	0	2,8	1,1	10,2	1,4	3,1	2,1	0,5	3,6	75,1	99,9
22 B 971											
0,5 N HCl . . . . .	0	0,4	3,0	15,7	1,4	1,6	2,5	2,1	3,5	70,2	100,2
0,25 N HCl . . . . .	0	0,4	2,4	15,1	1,9	2,5	2,4	2,6	1,8	71,1	100,2
0,06 N HCl . . . . .	0	0,4	0,5	16,5	1,6	2,8	2,8	1,9	3,1	69,6	99,2
22 B 972											
0,5 N HCl . . . . .	0	0,3	4,2	25,1	3,2	4,1	6,6	5,3	5,9	45,8	100,5
0,25 N HCl . . . . .	0	0,3	2,9	25,6	3,1	5,1	6,3	6,3	4,2	45,8	99,6
0,06 N HCl . . . . .	0	0,3	0,6	26,5	3,3	6,3	6,2	5,5	7,2	44,0	99,9
22 B 973											
0,5 N HCl . . . . .	0	0,6	8,3	47,5	10,1	12,8	13,0	4,2	3,8	2,0	102,3
0,25 N HCl . . . . .	0	0,6	5,8	51,6	10,0	13,4	12,3	4,8	0,6	2,1	101,2
0,06 N HCl . . . . .	0	0,6	1,1	53,7	9,9	12,5	14,9	5,0	1,3	1,9	100,9

\*) Dit is de som van het CaCO<sub>3</sub>- en humusgehalte; van de gloeirest; van alle fracties  $< 35 \mu$  en van alle fracties  $> 35 \mu$ .

De maaswijdte van de gebruikte zeef bij het natzeven is  $35 \mu$ .

fractie  $< 35 \mu$ . Verder blijkt dit meer in oplossing gegane materiaal ook niet afkomstig te zijn van de fractie van  $16-35 \mu$ , hetgeen volgt uit een beschouwing van het gehalte van deze fractie van de betreffende gronden. Hieruit volgt, dat het materiaal, dat meer in oplossing is gegaan dan met 0,06 N HCl,

afkomstig is uit de fractie  $< 16 \mu$  en waarschijnlijk grootendeels uit de fractie  $< 2 \mu$ . Dit laatste is althans voor het grondmonster 22 B 973 het geval, waar het gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$  sterk afneemt, naarmate het gehalte van het gebruikte zoutzuur groter is. Om dit nog eens duidelijk aan te toonen, zijn in tabel 34 de gloeirest, het gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$ ;  $2-35 \mu$  en  $> 35 \mu$  aangegeven.

Uit tabel 34 blijkt, dat de fractie  $< 2 \mu$  — vooral bij het grondmonster 22 B 973 — met een toenemende gloeirest kleiner wordt; de fractie  $> 35 \mu$  blijft constant, terwijl de fractie  $2-35 \mu$  onregelmatige schommelingen vertoont. Hieruit volgt dan ook, zooals reeds is opgemerkt, dat het grootste

TABEL 34

Grondmonster N°.	Gloeirest	$< 2 \mu$	$2-35 \mu$	$> 35 \mu$	$16-35 \mu$
22 B 967					
0,5 N HCl	1,4	3,0	25,9	64,3	20,1
0,25 N HCl	1,4	3,5	25,6	65,6	19,7
0,06 N HCl	1,2	5,9	23,7	65,3	19,3
22 B 970					
0,5 N HCl	2,2	10,3	8,9	75,1	4,6
0,25 N HCl	2,0	10,3	9,7	75,7	4,4
0,06 N HCl	1,1	10,2	10,7	75,1	4,1
22 B 971					
0,5 N HCl	3,0	15,7	11,1	70,2	5,6
0,25 N HCl	2,4	15,1	11,2	71,1	4,4
0,06 N HCl	0,5	16,5	12,2	69,6	5,0
22 B 972					
0,5 N HCl	4,2	25,1	25,1	45,8	11,2
0,25 N HCl	2,9	25,6	25,0	45,8	10,5
0,06 N HCl	0,6	26,5	28,5	44,0	12,7
22 B 973					
0,5 N HCl	8,3	47,5	43,9	2,0	8,0
0,25 N HCl	5,8	51,6	41,1	2,1	5,4
0,06 N HCl	1,1	53,7	43,6	1,9	6,3

gedeelte van het meer in oplossing gegane materiaal bij gebruik van geconcentreerder zoutzuur bij de voorbewerking waarschijnlijk afkomstig is van de fractie  $< 2 \mu$ , hetgeen ook het meest logische is. Gedeeltelijk kan dit opgeloste materiaal echter ook afkomstig zijn uit grovere fracties (grondmonster 22 B 972) en wel uit de fractie  $2-16 \mu$ , aangezien de concentratie van de fractie  $16-35 \mu$  constant is. Hieruit volgt tevens, dat de gloeirest

het beste opgeteld kan worden bij de fracties  $< 16 \mu$ , terwijl, indien deze fractie onderverdeeld is in subfracties, men deze gloeirest evenredig met de percentages van deze subfracties over deze subfracties kan verdeelen <sup>177</sup>). In deze publicatie is dit echter nooit gedaan, maar is de gloeirest steeds afzonderlijk opgegeven.

*Uit het bovenstaande volgt tevens, dat, aangezien het doel van de voorbereiding een maximale peptisatie is, waarbij zoo weinig mogelijk materiaal moet worden opgelost, het bij de voorbereiding van gronden aanbeveling verdient de concentraties van het HCl tijdens de voorbereiding zoo gering mogelijk te houden.*

Bij ijzeroxydehoudende gronden kan men zich afvragen, of tengevolge van de verkittende werking van dit ijzeroxyde het gebruik van een hoogere HCl-concentratie dan 0,06 N geen aanbeveling verdient. Dit laatste zou dus het geval zijn, indien bij gebruik van een hoogere zoutzuurconcentratie tijdens de voorbereiding de peptisatie toeneemt, zonder dat de gloeirest toeneemt (al te sterk toeneemt) <sup>178</sup>), of, indien deze toeneemt, dat alleen veroorzaakt wordt door een toename van het  $Fe_2O_3$ -gehalte in het filtraat. In dit laatste geval zou immers alleen het kittende ijzeroxyde zijn opgelost, daarentegen geen korrelmateriaal, hetgeen wel, of althans waarschijnlijk wel, het geval is, indien tevens het gehalte aan  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$  en  $MgO$  in de waschvloeistof toeneemt. Dit laatste geldt ook in het geval, dat alleen de gehalten van de grovere fracties veranderen, echter niet de gehalten van de fijnere fracties (bijv.  $< 16 \mu$ ), zoodat een oplossing van materiaal minder waarschijnlijk lijkt, zij het dan ook, dat ook de buitenste schil van grovere korrels kan oplossen. Ook dan moet de samenstelling van het opgeloste materiaal practisch gesproken alleen uit  $Fe_2O_3$  bestaan.

Alvorens hierop in te gaan, kan worden opgemerkt, dat een drietal grondmonsters, nl. 210751, 210752 en 257917, waarmede het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek moeilijkheden ondervond (methode КОРЬСКИЙ), met de hier gevolgde methode (suspensie 15 minuten gekookt; 0,005 M  $(COONa)_2$  als peptisator; uitgegaan werd van 20 gram grond) geen moeilijkheden gaf, in zoverre dat de fractie  $< 16 \mu$  even groot was als deze fractie volgens de, door het Bedrijfslaboratorium toegepaste, methode en bij gebruik van geconcentreerder zoutzuur bedroeg. Ook de som van het  $CaCO_3$  en het humusgehalte van alle fracties en van de gloeirest is in alle 3 gevallen vrijwel 100 % (100 tot rond 102 %). Men zie hiervoor § 12 en de daarbij besproken resultaten van het serie-onderzoek.

Om het bovenstaande echter nog eens nader en met hoogere zoutzuurconcentraties na te gaan, werd — uitgaande van 20 gram grond — nog eens een drietal daarvoor uitgezochte, sterk ijzeroxydehoudende grondmonsters zoowel op de gewone wijze (0,05 N HCl) als met 1,0 N en 10 N HCl voorbereid (dus gekookt met 1 en 10 N). Hierbij werd bovendien in de waschvloeistof  $SiO_2$  de sesquioxyden  $SO_3$ ,  $CaO$  en  $MgO$  bepaald. De door de zeef heen geloopte suspensie werd 15 minuten gekookt, terwijl 0,005 M  $(COONa)_2$  als peptisator werd gebruikt. De fractie  $> 35 \mu$  werd door de (droge) zeefmethode onderverdeeld in de subfracties. Deze subfracties werden onder het microscoop

<sup>177</sup>) Voor ijzeroxydehoudende gronden is dit echter anders; zie hieronder.

<sup>178</sup>) Neemt de gloeirest te veel toe, dan is men immers over het bedrag van deze gloeirest onzeker, hoe deze over de verschillende fracties verdeeld moet worden.

bekeken om na te gaan, of de korrels nog omgeven zijn met ijzeroxyde of althans concreties van ijzeroxyde nog aanwezig zijn.

De resultaten hiervan zijn medegedeeld in tabel 35 en 36.

TABEL 35

Grond- monster	Gebruikte zoutzuur- concen- tratie tijdens de voor- bewerking (koken)	CaCO <sub>3</sub>	Hu- mus	Gloei- rest	Subfracties < 35 μ						Fractie > 35 μ
					< 2 μ	2-4 μ	4-8 μ	8- 16 μ	16- 25 μ	25- 35 μ	
					210751	0,06 1,0 10,0	0,5 0,5 0,5	0,9 0,9 0,9	1,6 9,5 11,5	18,0 9,2 6,7	
210752	0,06 1,0	0,2 0,2	0,3 0,3	1,6 6,8	17,3 9,4	2,5 2,7	3,7 5,1	9,2 11,8	17,8 16,4	26,6 29,2	20,4 18,8
297185	0,06	0	57,4	13,6	6,9	3,5	4,7	2,5	1,8	1,4	18,3
Gewoon	1,0	0	57,4	24,1	5,0	2,3	3,1	1,6	0,8	1,5	7,8
	10,0	0	57,4	25,4	5,0	2,1	3,3	1,4	1,1	1,4	7,3
Gegloeid	0,06	0	57,4	13,6	2,0	1,2	2,5	1,3	1,0	1,8	15,8
	1,0	0	57,4	24,1	0,2	0,9	0,6	2,0	0,5	1,3	7,1
	10,0	0	57,4	25,4	0,5	0,4	0,7	1,9	1,0	1,0	6,7

Subfracties > 35 μ											Som	Onder microscoop fractie in wel of geen ijzeroxyde- korrels te zien
35- 41 μ	41- 74 μ	74- 104 μ	104- 147 μ	147- 208 μ	208- 295 μ	295- 417 μ	417- 589 μ	589- 833 μ	833- 1168 μ	1168- 1651 μ		
6,5	5,3	1,2	0,8	1,0	1,1	1,1	1,6	1,3	1,0	0,6	100,4	sterk niet niet
7,5	4,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	99,7	
7,4	5,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	94,1	
11,3	7,1	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	99,6	wel niet
11,5	6,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	100,7	
ongegloeid niet te zeven											109,1 103,6 104,4	sterk niet niet
0,8	2,2	1,7	1,7	1,7	1,1	1,1	1,4	1,7	1,8	0,6	96,6	sterk niet niet
0,4	1,8	1,3	1,3	1,1	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	—	94,1	
1,0	1,6	0,7	1,7	0,9	0,4	0,2	0,1	0,1	—	—	95,0	

Opmerking: Onder het microscoop was duidelijk de complexe natuur van diverse korrels te zien (secondaire korrels).



TABEL 35a

Grondmonster No.	Gebruikte zoutzuur concentratie bij de voorbereiding (koken)	CaCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Gloeirest	Subtracties < 35 μ						> 35 μ	Som
					2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—50 μ		
					√							
56914	0,01 N	0	12,8	1,0	25,6	13,6	14,2	14,2	7,8	3,7	9,7	102,6
	HCl	0	12,8	1,1	26,2	14,6	14,4	13,6	8,5	5,5	9,0	105,7
	Gemiddeld	0	12,8	1,1	25,9	14,1	14,3	13,9	8,1	4,6	9,4	104,2
	0,06 N	0	12,8	3,6	29,7	10,8	11,6	12,3	8,7	4,4	9,7	103,6
	HCl	0	12,8	3,6	29,5	10,9	11,1	12,0	7,6	4,0	12,2	103,7
	Gemiddeld	0	12,8	3,6	29,6	10,9	11,3	12,2	8,1	4,2	11,0	103,7
296430	0,01 N	0,1	13,2	0,4	20,8	3,6	5,8	8,8	10,3	13,0	24,8	100,8
	HCl	0,1	13,2	0,6	20,7	3,6	5,7	8,9	10,2	15,3	24,5	102,8
	Gemiddeld	0,1	13,2	0,5	20,8	3,6	5,7	8,9	10,2	14,2	24,6	101,8
	0,06 N	0,1	13,2	1,5	20,4	3,1	5,2	9,2	9,0	16,2	25,4	103,3
	HCl	0,1	13,2	1,9	20,4	2,8	4,9	10,7	8,6	15,3	24,3	102,2
	Gemiddeld	0,1	13,2	1,7	20,4	3,0	5,0	10,0	8,8	15,7	24,9	102,8
7644 Oude cijfers	0,01 N	2,4	0,7	0,5	59,5	4,5	4,0	4,8	2,3	5,2	15,7	99,6
	HCl	2,4	0,7	0,5	59,5	4,6	5,0	4,2	2,8	4,7	16,0	100,4
	Gemiddeld	2,4	0,7	0,5	59,5	4,6	4,5	4,5	2,5	5,0	15,8	100,0
	0,06 N	2,4	0,7	4,8	62,2	7,3		3,9	2,5	4,5	15,3	102,7
7288 Oude cijfers	0,01 N	4,0	6,7	2,8	76,0	4,6	3,1	0,8	0,8	0,5	2,5	99,8
	HCl	4,0	6,7	3,1	76,1	5,4	2,6	0,4	0,9	0,3	2,6	100,1
	Gemiddeld	4,0	6,7	3,0	76,0	5,0	2,9	0,6	0,8	0,4	2,6	100,0
	0,06 N	4,0	6,7	6,5	75,8	7,3		0,2	0,5	1,0	2,8	103,9
23B018 Oude cijfers	0,01 N	3,0	15,3	3,7	25,0	2,8	3,9	6,4	6,4	8,3	24,5	99,3
	HCl	3,0	15,3	3,3	24,8	2,8	3,9	6,5	6,2	9,9	24,4	100,1
	Gemiddeld	3,0	15,3	3,5	24,9	2,8	3,9	6,5	6,3	9,1	24,4	99,7
	0,06 N	3,0	15,3	4,7	22,9	3,0	4,6	5,6	7,1	7,3	26,4	99,9
23B057 Oude cijfers	0,01 N	0,2	3,9	2,7	29,8	2,1	5,4	8,0	9,3	14,2	24,0	99,6
	HCl	0,2	3,9	2,4	29,3	2,2	5,1	7,9	8,7	13,3	25,5	98,5
	Gemiddeld	0,2	3,9	2,6	29,5	2,2	5,2	8,0	9,0	13,7	24,8	99,1
	0,06 N	0,2	3,9	5,0	31,0	1,1	4,1	8,6	8,7	11,0	26,8	100,4

Opmerking: Met „oude cijfers” worden reeds eerder bepaalde cijfers bedoeld, zie tabel 57 en 82.

Uit tabel 35 volgt, dat de som van alle fracties +  $\text{CaCO}_3$  + humus + gloeirest vrijwel steeds omstreeks 100 % is. Bij de voorbereiding met 10 N HCl was bij monster 210751 de som lager dan 100; de oorzaak is niet bekend en overigens ook niet verder nagegaan. Bij monster 297185 ligt deze som zelfs na de voorbehandeling met 10 N HCl boven 100 %. De oorzaak daarvan is het resteerende humusgehalte (zie § 10 en sub III van dit hoofdstuk),

TABEL 36

*Resultaten van de analyses van het na de uitwassing verkregen filtraat*

Grondmonster N°.	Concentratie zoutzuur tijdens voor- bewerking (koken)	In % op drogen grond							Gloeirest niet- gecorrigeerd
		$\text{SiO}_2$	$\text{SO}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	Som	
210751 . . . . .	0,06 N	0,31	0,47	0,38	0,02	0,60	0,28	2,1	2,8
210751 0,5 % . . .	1 N	0,94	0,42	1,74	4,39	0,65	0,74	8,9	10,7
210751 $\text{CaCO}_3$ . . .	10 N	0,19	0,43	3,27	5,34	0,77	0,99	11,0	12,7
210752 . . . . .	0,06 N	0,41	0,44	0,32	0,06	0,49	0,22	2,0	2,6
210752 0,2 % . . .	1 N	0,74	0,42	1,41	2,77	0,55	0,38	6,3	7,8
297185 geen $\text{CaCO}_3$	0,06 N	0,14	0,96	0,50	8,54	1,86	0,24	12,2	14,5
297185	1 N	0,45	0,90	0,20	12,81	2,15	0,25	16,8	15,0
297185	10 N	0,21	1,00	0,41	15,93	2,62	0,62	20,8	26,3

Opmerkingen:  $\frac{\text{Gloeirest}}{\text{som}} = \text{resp. } 1.33; 1.20; 1.15; 1.30; 1.24; 1.19; 1.48 \text{ en } 1.26.$

dat na de voorbereiding met  $\text{H}_2\text{O}_2$  in den grond achterblijft. Door alle fracties te gloeien (bij  $1000^\circ \text{C}$ ) wordt het resteerende humusgehalte verwijderd, evenals trouwens het vastgebonden water; de som ligt nu dan ook onder 100 %. De oorzaak van het feit, dat deze som des te meer onder 100 % ligt, naarmate tijdens de voorbereiding een hogere zoutzuurconcentratie werd toegepast, is niet bekend en niet verder nagegaan. Bij tabel 36 kan verder worden opgemerkt, dat bij de analyse van het filtraat een vergissing begaan is bij de verdunning, waardoor niet met zekerheid vaststaat of de som van de oxyden en de (ongecorrigeerde) gloeirest al dan niet gelijk zijn. Ofschoon de verhouding van deze som en de gloeirest vrijwel constant is, is het niet waarschijnlijk, dat dit verschil geheel aan de niet geheel bekende verdunning is te wijten. Door het ontbreken van den benodigden grond waren deze analyses ook niet te herhalen. Voor ons doel is dit minder erg, aangezien uit deze analyses blijkt, dat zeker niet alleen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in oplossing is gegaan, terwijl ook nu het verschil tusschen de gevonden gloeirest en de som van de oxyden, althans bij gebruik van 0,06 N HCl, te verwaarlozen gering is.

Uit tabel 35 blijkt verder, dat de gloeirest sterk toeneemt, indien de concentratie van het gebruikte zoutzuur tijdens de voorbereiding (koken) van 0,06 tot 1,0 N toeneemt. Deze gloeirest blijft bij de hoogste zoutzuurconcentraties vrijwel onveranderd. Deze toename van de gloeirest is zoo

sterk, dat gebruik van een hogere concentratie dan 0,06 N HCl ten eenenmale ongewenscht is, te meer aangezien uit tabel 36 volgt, dat het aangetaste materiaal zeker niet alleen uit ijzeroxyde bestaat. Voor het grondmonster 297185 is zelfs 0,06 N HCl feitelijk reeds te geconcentreerd.

Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat het niet toelaatbaar is, d.w.z. geen voordeel geeft, de gronden met een hogere zoutzuurconcentratie dan 0,06 N voor te bewerken.

Bij de beschouwing van de fractie  $> 35 \mu$  onder het microscoop blijkt, dat bij gebruik van 0,06 N HCl nog ijzerconcreties aanwezig zijn, hetgeen niet of vrijwel niet bij gebruik van 1 of 10 N zoutzuur het geval is. Naar het mij voorkomt, moeten secundaire korrels, die door de voorbereiding met  $H_2O_2$  en 0,06 N HCl nog niet uiteenvallen, als enkelvoudige korrels worden opgevat, aangezien de onderlinge binding der afzonderlijke korrels blijkbaar zeer sterk is. Hierbij moet echter anderzijds worden opgemerkt, dat het althans den indruk wekt, dat tijdens het natzeven door het wrijven met het penseel een gedeelte van de ijzeroxydelaag van de korrels wordt afgeborsteld.

Vragen we ons nu eens af, welke fracties bij het gebruik van 1 en 10 N zoutzuur vooral worden opgelost, dan blijken bij monster 210751 dat zowel de fijnste fracties als de grovere fracties te zijn; het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  neemt immers eveneens aanzienlijk af. De gehalten aan de fracties van een tusschenliggende fijnheid, nl. 4—8, 8—16, 16—25 en 25—35  $\mu$  nemen soms af, soms toe. Voor zooverre zij toenemen, kan dit veroorzaakt worden door de splitsing van secundaire korrels in kleinere korrels, echter ook door een kleiner worden der korrels, doordat de buitenste laag van de korrels wordt opgelost. Uit deze laatste verhooging mag men dus zeker niet een fijner verdeeld worden van de grovere fracties afleiden.

Voor het monster 297185 zijn voor ons doel de na gloeien verkregen cijfers de belangrijkste (de fractie  $> 35 \mu$  moest eerst gegloeid worden voor het in het algemeen mogelijk was deze te zeven). Hier is het slibgehalte zoo gering, dat er niet veel meer kan oplossen. Toch blijkt ook nu het gehalte van de fijnste fracties te zijn afgenomen; van de fracties 8—16, 16—25 en 25—35  $\mu$  zijn de gehalten soms af-, soms toegenomen, terwijl de fractie  $> 35$  vooral is afgenomen. Het feit, dat ook na een correctie van het vastgebonden water, dat tijdens het gloeien is verwijderd, de som bij de hoogste zoutzuurconcentraties nog iets onder de 100 % blijft, moet hierbij feitelijk nog in rekening worden gebracht, maar lijkt mij voor ons doel wel te verwaarloozen.

Vatten we alles nog eens samen, dan volgt uit deze onderzoeken, dat het zeker voor geen enkelen grond gewenscht is een hogere zoutzuurconcentratie tijdens het voorbereiden (koken) van den grond te gebruiken dan 0,06 N. Wil men immers het tijdens de voorbereiding in oplossing gegane materiaal weer over de bepaalde fracties verdeelen, dan is het gewenscht, dat deze hoeveelheid materiaal of deze gloeirest zoo gering mogelijk is, aangezien alleen dan te verwaarloozen fouten worden gemaakt. De verdeling daarvan kan daarbij het beste geschieden over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  in verhouding van de gehalten van deze subfracties, waarin deze fractie  $< 16 \mu$  wordt onderverdeeld. Hierdoor maakt men fouten, aangezien bijv. soms ook grover materiaal wordt opgelost, resp. van sommige gronden

deze gloeirest practisch geheel van de fractie  $< 2 \mu$  afkomstig zal zijn. Al deze fouten blijven echter te verwaarloozen klein, indien deze gloeirest slechts voldoende klein blijft, waarom het dan ook gewenscht is geen grootere HCl-concentraties tijdens het voorbereken (koken) van de gronden te gebruiken dan 0,06 N.

Zooals we echter reeds gezien hebben, is in enkele gevallen de gloeirest, ook indien tijdens de voorbereking met 0,06 N HCl werd gekookt, hooger dan 5 % en in een, weliswaar zeer zelden voorkomend, geval, grooter dan 10 %. Men kan zich afvragen, of het geen aanbeveling verdient voor deze gronden een nog geringere HCl-concentratie te gebruiken. Om dit na te gaan, werden een 6-tal verschillende gronden met 0,06 en met 0,01 N HCl voorberekt (gekookt). De resultaten van deze onderzoekingen zijn in tabel 35a medegedeeld.

Uit tabel 35a volgt, dat de gloeirest inderdaad afneemt, indien de gronden niet met 0,06, maar slechts met 0,01 N HCl worden voorberekt (gekookt). De gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  blijken bij verschillende gronden — bijv. No. 56914, 7644 en 23 B 057 — bij gebruik van 0,01 N HCl echter zelfs kleiner te zijn dan bij gebruik van 0,06 N HCl tijdens de voorbereking. De peptisatie is bij deze gronden bij gebruik van 0,01 N HCl afgenomen. Tot een zelfde conclusie komt men als men de gehalten der grovere fracties nagaat. Hieruit volgt dan ook, dat 0,01 N HCl tijdens de voorbereking onvoldoende is om den grond, of althans verschillende gronden, volledig te peptiseeren, zoodat aan 0,06 N HCl moet worden vastgehouden.

§ 4. *Het maakt voor de bepaling van de gehalten van de (fijnere) fracties geen verschil, of al dan niet natgezeefd wordt*

In verband met het feit, dat bij snelle methoden, die wellicht van de hier besproken methoden zullen worden afgeleid, niet steeds natgezeefd zal worden, is het gewenscht na te gaan, of de uitkomsten van de bepalingen ook beïnvloed worden door het feit, of al dan niet natgezeefd wordt, of m.a.w., of voor de bepaling van de fijnere fracties het van invloed is, of de grovere fracties al dan niet verwijderd zijn.

Om dit na te gaan, werd in het begin van dit onderzoek bij een 11-tal grondmonsters al of niet natgezeefd door een zeef met maaswijdten van omstreeks 50  $\mu$ . Hierbij was van 10 gram grond uitgegaan. Verder was per liter suspensie 50 cc 10 % NH OH toegevoegd, terwijl de suspensie niet werd gekookt, maar 6 uren in schudkolven in een schudmachine werd geschud. De resultaten zijn in tabel 37 aangegeven.

Uit tabel 37 volgt, dat gemiddeld genomen het practisch geen verschil uitmaakt, of al dan niet nat wordt gezeefd. Voor de afzonderlijke grondmonsters werden wel eens iets afwisselende cijfers verkregen, echter niet wijzend in een bepaalde richting.

Aangezien de nauwkeurigheid van de analyse in verloop van tijd belangrijk werd verbeterd, werd ditzelfde later nog eens onderzocht. Hierbij werd van 20 gram grond uitgegaan, de suspensie 15 minuten gekookt, terwijl  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator werd gebruikt. De resultaten daarvan zijn in tabel 38 aangegeven.

TABEL 37

Monster N <sup>o</sup> .	In % op droge stof							
	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Niet nat-gezeefd			Wel nat-gezeefd		
			16 $\mu$ V	8 $\mu$ V	2 $\mu$ V	16 $\mu$ V	8 $\mu$ V	2 $\mu$ V
B 2049 . . .	0,1	0,7	18,6	15,4	12,4	20,6	17,8	13,8
B 2053 . . .	0	1,3	56,5	46,9	36,2	60,2	49,9	37,4
B 2054 . . .	0	1,3	72,3	63,4	49,0	75,7	66,0	47,3
B 2624 . . .	0	0,6	33,1	27,7	24,7	35,9	30,1	24,9
B 2871 . . .	0	1,7	38,4	32,1	24,9	41,3	34,7	24,8
B 2929 . . .	0,7	1,6	16,4	14,7	13,5	19,3	16,4	13,2
B 7978 . . .	0	1,5	80,9	76,9	61,6	81,1	72,9	59,1
B 8400 . . .	0	0,8	50,6	43,3	37,0	43,8	42,3	35,6
20 B 869 . . .	0,1	1,6	43,5	36,0	29,6	43,9	35,3	28,4
20 B 892 . . .	0	1,1	55,4	46,8	40,1	54,8	46,0	39,0
15 B 120 . . .	0	4,6	72,9	60,6	48,9	71,8	60,1	48,0
Gemiddeld .	—	—	49,0	42,2	34,4	50,3	42,9	33,8

Ook uit tabel 38 volgt, dat al of niet natzeven geen invloed op de bepaalde gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$  uitoefent. Hierbij kan worden opgemerkt, dat de oorzaak van de grootere afwijkingen, die bij het monster 17 B 752 bij duplobepalingen voorkomen, niet bekend is. Aangezien dergelijke

TABEL 38

Monster N <sup>o</sup> .	In % op drogen grond							
	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Niet nat-gezeefd			Wel nat-gezeefd		
			2 $\mu$ V	8 $\mu$ V	16 $\mu$ V	2 $\mu$ V	8 $\mu$ V	16 $\mu$ V
17 B 752 Rivierklei- grond	0,2	2,1	65,9	84,3	90,3	66,2	84,0	91,3
			67,0	84,6	91,6	65,7	84,5	91,0
			65,1	85,4	92,2	67,0	87,1	95,2
17 B 753 Leemgrond	0	5,2	Gem. 66,0	Gem. 84,8	Gem. 91,4	Gem. 66,4	Gem. 85,5	Gem. 92,6
			63,6	76,4	79,3	64,8	76,2	77,8
			63,3	75,1	80,2	65,1	77,1	79,2
B 8400 Knikgrond	0	0,8	64,3	76,3	79,8	63,6	76,4	79,3
			Gem. 63,7	Gem. 75,9	Gem. 79,7	Gem. 64,1	Gem. 76,9	Gem. 80,4
			36,0	44,1	50,6	35,7	43,0	48,5
			36,0	43,6	50,1	35,2	42,5	47,5
			35,8	44,7	50,2			
			Gem. 35,9	Gem. 44,1	Gem. 50,3	Gem. 35,4	Gem. 42,7	Gem. 48,0

Opmerkingen: De gemiddelde cijfers zijn cursief gedrukt.

verschillen alleen voorkomen bij analyses, die niet gelijktijdig zijn uitgevoerd, bestaat de mogelijkheid, dat de resterende heterogeniteit van het grondmonster hiervan de oorzaak vormt <sup>179)</sup>.

Uit het voorgaande volgt, dat het natzeven niet noodig is, noch een bezwaar vormt. Een eventuele versnelling van de methode, waarbij bijv. alleen de fractie  $< 2 \mu$  bepaald behoef te worden, kan dus bijv. reeds gevonden worden in het weglaten van het natzeven.

§ 5. *De bepaling van de maaswijdte van de zeven, gebruikt bij het natzeven; slijtage en controle van deze zeven*

Afgezien van het feit, welke maaswijdte gekozen moet worden voor het natzeven (eerste scheiding in een grover en fijner deel), is het noodzakelijk de maaswijdte van deze zeven te kennen. Uit ervaring was ons reeds gebleken, dat de aanduidingen over de maaswijdte van de zijde van de fabriek, ofschoon wel tennaastebij juist, voor ons doel te onnauwkeurig waren.

Nu werd reeds opgemerkt <sup>180)</sup>, dat een scherpe controle op het constant blijven van de gemiddelde maaswijdte mogelijk is door uit te gaan van fracties van deeltjes, waarvan de doorsneden weinig verschillen en waarvan de uiterste doorsneden aan weerszijden van de maaswijdte van de betreffende zeef liggen.

In het voorgaande hebben wij reeds gezien, dat de maaswijdte van de zeef voor het natzeven, hetzij omstreeks  $35 \mu$ , hetzij omstreeks  $50 \mu$  zou moeten zijn. Van de controle van de zeven zijn dus de volgende fracties in elk geval voldoende, nl.  $30-40 \mu$ ,  $40-50 \mu$  en  $50-60 \mu$ . Hieraan werd later nog de fractie  $16-30 \mu$  toegevoegd.

Deze fracties werden gemaakt uit de zandfracties  $16-43 \mu$  en  $43-74 \mu$ , zooals deze laatste in het Bodemkundig Instituut in verloop van tijd in een groote hoeveelheid zijn verzameld door de afzonderlijke zeeffracties (droge zeefmethode; Rotap-zeefmachine), afkomstig van analyses van grondmonsters, bij elkaar te voegen <sup>181)</sup>. Bij deze grondmonsters vond de voorbewerking op de gewone wijze plaats, terwijl het slibgehalte (fractie  $< 16 \mu$ ) van te voren volgens de methode-ATTERBERG was verwijderd. Voor het gebruik werden deze fracties met  $0,1 \text{ N NH}_4\text{OH}$  gedurende eenigen tijd gekookt; de suspensie werd dan in het nauwste vat van КОРЕЦКЫ gebracht, enz. Voor een nauwkeurige instelling van de stroomsnelheid werden 2 parallel gestelde buizen van verschillende doorsneden (5 en 1 mm) met kranen ingelascht. Door de kraan in de wijdeste buis werd de stroomsnelheid ruw en door de kraan in de nauwste buis nauwkeurig ingesteld, hetgeen op deze wijze zeer gemakkelijk te bereiken was.

Uit de onderzoeken van КÖHN <sup>182)</sup> is immers gebleken, dat in de nauwste vaten van КОРЕЦКЫ, d.w.z., waarbij het cilindrisch gedeelte lang genoeg is, geen of althans slechts weinig warrelingen in het stroomende water optreden.

<sup>179)</sup> De eerste en laatste bepalingen zijn met een tusschentijd van zeker eenige weken verricht.

<sup>180)</sup> Zie ook van dit hoofdstuk sub A.

<sup>181)</sup> Om deze reden heeft de fijnste fractie, die gemaakt werd, dan ook de grenzen  $16-30 \mu$ .

Met behulp van deze vaten (inw. doorsnede rond 57 en 24 mm) werden, uitgaande van de zandfracties van 16—43 en 43—74  $\mu$ , de fracties 16—30; 30—40; 40—50 en 50—60  $\mu$  gemaakt. Hierbij werd nauwkeurig rekening gehouden met de temperatuur van het doorstroomende water en met de dichtheden van deze fractie (16—43  $\mu$  2,674 en 43—74  $\mu$  2,652). De bezinkings-snelheden werden volgens de Wet van STOKES berekend; voor de viscositeit van de doorstroomende vloeistof (gedestilleerd water zonder peptisator) werd de viscositeit van zuiver water bij de betreffende temperatuur ingevuld en voor de dichtheden dus de bovenaangegeven dichtheden.

In het begin werden metaaldraadgaas en plaatzeven onderzocht (beide met vierkante openingen) met maaswijdten van  $\pm 50 \mu$ ; later werden ook zeven (alleen draadzeven) met andere maaswijdten onderzocht.

Aangezien het de bedoeling was tevens de maaswijdten van de zeven te bepalen, werd het zeven van deze bovenaangegeven fracties precies zoo uitgevoerd (wrijven met penseel) als van de gronden, d.w.z., ook nu werd doorgezeefd tot 0,8 liter vloeistof door de zeef was heengelopen, terwijl het natzeven ook op dezelfde wijze gedeeltelijk onder water plaats vond. Voor deze contrôle werd steeds 10 gram <sup>183)</sup> fractie afgewogen, die met gedestilleerd water in een bekersglas werd aangeroerd en daarna op de zeef werd gebracht en gezeefd. Aangezien na afloop van de bepaling de beide gedeelten, n.l. het gedeelte dat door de zeef is gegaan en het gedeelte dat op de zeef is blijven liggen, na afhevelen, drogen en wegen weer bij elkaar en bij den voorraad worden gevoegd, kan met een relatief kleinen voorraad van deze fracties een zeer groot aantal metingen worden verricht.

Alvorens op de resultaten van deze bepalingen in te gaan, is het wellicht gewenscht op het volgende de aandacht te vestigen. De geheele korrelmassa van deze fracties bevindt zich binnen zeer nauwe grenzen; de uiterste korrelgrootte (feitelijk overeenkomstige korrelgrootte, aangezien de korrels geen zuivere bollen zijn) verschillen immers over het algemeen slechts 10  $\mu$ . Is de sommatiekromme van deze fracties een rechte lijn in een diagram, waarvan de ordinaat het gehalte en de abscis de korrelgrootte voorstelt, dan zal bij een gemiddelde maaswijdte van 2 zeven, die slechts 1  $\mu$  verschillen, de uitkomsten van de bepalingen reeds 10 % verschillend zijn, d.w.z. dat 10 % meer of minder op de zeef zal blijven liggen. Per 10  $\mu$  verandert immers het gehalte van 0 tot 100 % of per 1  $\mu$  10 %. Hieruit volgt tevens, dat een groote nauwkeurigheid van deze bepalingen niet noodig is, aangezien de vaststelling van de gemiddelde maaswijdte op 1  $\mu$  nauwkeurig reeds meer dan voldoende is en een dergelijke nauwkeurigheid na eenige oefening gemakkelijk kan worden bereikt.

Uit het bovenstaande volgt tevens, dat het er weinig toe doet, hoe de deeltjesgrootte binnen iedere fractie verandert. In diagram 3 is het geval aangegeven, dat het gehalte lineair met de korreldoorsnede en in diagram 4,

<sup>182)</sup> l. c. noot 18.

<sup>183)</sup> Later zullen ook nog proeven besproken worden, waarbij we van andere hoeveelheden fractie zijn uitgegaan en waarbij werd doorgezeefd tot 1.6 liter was opgevangen. Ook zullen nog proefnemingen besproken worden, waarbij niet met een penseel gewreven zal worden, maar waarbij het zeven mechanisch (trilzeef) zal worden uitgevoerd.

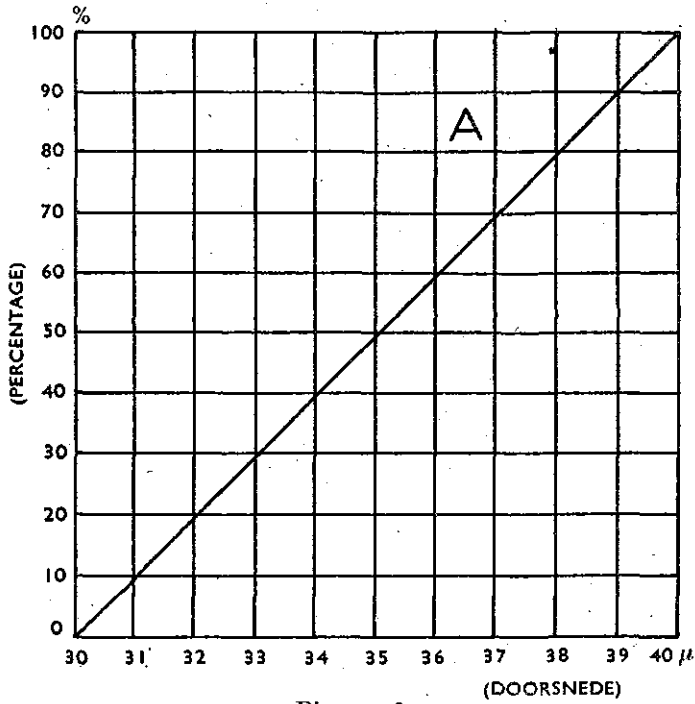


Diagram 3

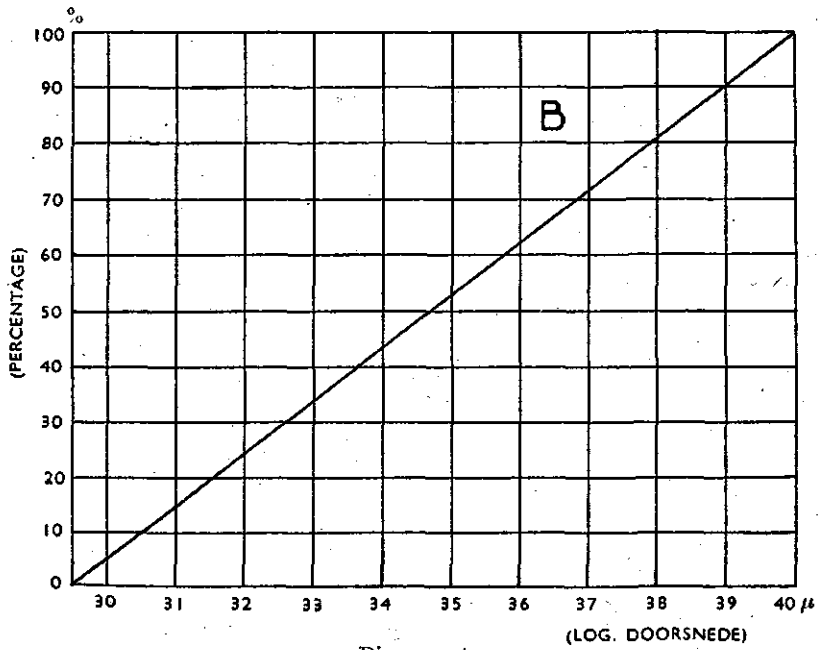


Diagram 4



dat dit gehalte lineair met de logarithme van de korreldoorsnede verandert. Als voorbeeld is daarvoor de fractie 30—40  $\mu$  gekozen. Uit diagram 3 en 4 blijkt, dat, als bijv. resp. 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 en 90 % door de zeef heengaat, de gemiddelde maaswijdte in het geval, dat het gehalte van de korrels onder een bepaalde doorsnede recht evenredig met de doorsnede zelf verandert, resp. precies 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 en 39  $\mu$  bedraagt (diagram 3). In het geval, dat het gehalte van de korrels onder een bepaalde doorsnede recht evenredig met de logarithme van deze doorsnede verandert (diagram 4) is deze gemiddelde maaswijdte omstreeks 30,8; 31,7; 32,7; 33,7; 34,7; 35,7; 36,7; 37,9 en 38,9  $\mu$ . Deze maaswijdten verschillen zoo weinig, terwijl de functies van de sommatiekrommen zoo sterk verschillen, dat mag worden aangenomen, dat het gehalte van de fractie, dat de zeef passeert, lineair met de waaswijdte van de zeef verandert (dus volgens diagram 3), waardoor dus uit het gehalte van de fractie, dat de zeef passeert, zeer eenvoudig en met een meer dan voldoende nauwkeurigheid de gemiddelde maaswijdte (feitelijk de effectieve maaswijdte) is af te leiden.

Deze methode om de gemiddelde maaswijdte van de zeven te bepalen, heeft verder dit groote voordeel, dat, aangezien de contrôlefracties verkregen worden met behulp van de bezinkingssnelheid (volgens de Wet van STOKES), ook de gemiddelde maaswijdte goed aan zal sluiten bij de met de pipetmethode te bepalen gehalten aan deeltjes binnen bepaalde deeltjes-grootten, aangezien deze laatste ook via hun bezinkingssnelheden bepaald worden.

In tabel 39a, b en c zijn resp. voor zeven met maaswijdten (volgens aanwijzingen van de fabriek) van 50, 40 en 30  $\mu$  de resultaten van enkele contrôle-metingen vermeld<sup>184</sup>). Hierin werd alleen het gedeelte van de fractie, dat door de zeef heengaat, uitgedrukt in procenten, aangegeven, aangezien de som van het gedeelte, dat op de zeef is blijven liggen en dat door de zeef is gepasseerd, 100 % bedraagt.

Uit de tabellen 39 blijkt, dat nooit alles door de zeef heengaat, maar in elk geval een klein percentage (1 à 2 %) op de zeef blijft liggen. Het is duidelijk, dat, ondanks dit feit, de gemiddelde maaswijdte toch grooter is dan de betreffende fractie. Zoo is de doorsnede van zeef No. 1 (tabel 39a) grooter dan 50  $\mu$ , ofschoon gemiddeld genomen nog 100—98,9 = 1,1 % op de zeef is blijven liggen. Een en ander wordt veroorzaakt door het feit, dat de zandkorrels geen zuivere bollen zijn, door de ongelijkheid van de maaswijdten van de betreffende zeef en door de kans, dat het betreffende deeltje zoo komt te liggen, dat het de zeef kan passeeren. Tenslotte bestaat de mogelijkheid, dat de overeenkomstige doorsnede van het deeltje ligt tusschen de aangegeven fractiegrenzen, terwijl de afmetingen toch zoo zijn, dat het deeltje de zeef niet kan passeeren (men denke aan schijfvormige deeltjes). Wat van het bovengenoemde feit dan ook de oorzaak moge zijn, voor de bepaling van de maaswijdte heeft dit feit verder geen beteekenis.

In de tweede plaats blijkt uit tabel 39b, dat door 2 fracties een gemiddelde maaswijdte kan worden aangegeven. Voor zeef 7 geldt bijv., dat als een gemiddelde van 4 bepalingen 82,1 % van de fractie 40—50  $\mu$  en 12,4 % van de fractie 50—60  $\mu$  door de zeef gaat. De gemiddelde maaswijdte is hier dan ook onzeker en ligt tusschen de grenzen 48,0 en 51  $\mu$ , of gemiddeld

TABEL 39a <sup>184)</sup>Maaswijdte 50  $\mu$ 

De doorsnede van de zeven is rond 8 cm											
Draadzeef 1		Draadzeef 2		Draadzeef 3		Draadzeef 4		Draadzeef 5		Draadzeef 6	
Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's
Fractie 50—60 $\mu$											
34,7	53,5	50,1	55,0	32,2	53,0	57,6	56,0	34,3	53,5	51,4	55,0
29,4	53,0	54,0	55,5	34,2	53,5	49,3	55,0	44,0	54,5	55,4	55,5
25,4	52,5	49,9	55,0	37,6	54,0	43,1	54,5	39,7	54,0	61,8	56,0
29,8	53,0	51,3	55,0	34,6	53,5	50,0	55,0	39,3	54,0	56,2	55,5
Fractie 40—50 $\mu$											
98,5	—	99,4	—	98,8	—	99,6	—	98,3	—	99,2	—
99,2	—	99,5	—	98,9	—	99,7	—	98,6	—	99,1	—
—	—	99,6	—	99,2	—	99,5	—	98,8	—	99,7	—
98,9	—	99,5	—	99,0	—	99,6	—	98,6	—	99,3	—

Opmerking: De gemiddelde waarden zijn cursief gedrukt. De maaswijdten zijn tot 0,5  $\mu$  afgerond.

TABEL 39b

Maaswijdte 40  $\mu$ 

Fractie 30—40 $\mu$				Fractie 40—50 $\mu$				Fractie 50—60 $\mu$			
Draadzeef 7		Draadzeef 8		Draadzeef 7		Draadzeef 8		Draadzeef 7		Draadzeef 8	
Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's
Doorsnede zeef rond 11,5 cm											
99,2	—	99,1	—	93,5	49,5	91,8	49,0	19,8	52,0	12,0	51,0
99,0	—	98,7	—	79,3	48,0	80,6	48,0	11,1	51,0	8,5	51,0
99,1	—	98,8	—	86,8	48,5	84,7	48,5	10,4	51,0	9,4	51,0
98,7	—	98,3	—	69,0	47,0	65,1	46,5	8,3	51,0	8,0	51,0
99,0	—	98,7	—	82,1	48,0	80,5	48,0	12,4	51,0	9,5	51,0
Doorsnede zeef rond 8 cm (gaas uit de zeef 11,5 cm in een zeef van 8 cm opnieuw ingespannen)											
97,4	—	97,1	—	42,6	44,5	41,1	44,0	13,4	51,5	10,3	51,0
97,3	—	97,3	—	43,3	44,5	41,5	44,0	10,1	51,0	12,6	51,5
97,3	—	97,2	—	43,0	44,5	41,3	44,0	11,8	51,0	11,5	51,0

Opmerking: De gemiddelde waarden zijn cursief gedrukt. De maaswijdten zijn tot 0,5  $\mu$  afgerond.

<sup>184)</sup> Wellicht ten overvloede moge hier echter nog eens worden aangegeven hoe uit de resultaten de gemiddelde maaswijdte berekend wordt. Hierbij denke men er aan, dat deze maaswijdte des te grooter is, naarmate meer van de betreffende fractie de zeef passeert. Is het gehalte van de fractie 50—60  $\mu$  dat door de zeef gaat, bijv. 54 %, dan is de maaswijdte  $50 + \frac{54}{100} 10 = 55,4$  of rond 55,5  $\mu$ , enz.

TABEL 39c

Maaswijdte 30  $\mu$ 

Fractie 16—30 $\mu$				Fractie 30—40 $\mu$				Fractie 40—50 $\mu$			
Draadzeef 9		Draadzeef 10		Draadzeef 9		Draadzeef 10		Draadzeef 9		Draadzeef 10	
Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's	Door de zeef heengegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's
Zeefdoorsnede rond 8 cm											
99,0	—	90,8	29,0	53,8	35,5	33,2	33,5	1,7	—	2,3	—
98,7	—	90,7	29,0	54,7	35,5	32,0	33,0	2,0	—	1,5	—
98,9	—	90,8	29,0	54,3	35,5	32,6	33,5	1,9	—	1,9	—

*Opmerking:* De gemiddelde waarden zijn cursief gedrukt. De maaswijdten zijn tot 0.5  $\mu$  afgerond.

bij 49,5  $\mu$ . Dat iets dergelijks geen regel is, bewijzen de proefnemingen met zeef 9 in tabel 39c. Hieruit blijkt, dat practisch alles van de fractie 16—30  $\mu$  en practisch niets van de fractie 40—50  $\mu$  door de zeef gaat, zoodat hier alleen de resultaten, verkregen met de fractie 30—40  $\mu$ , de gemiddelde maaswijdte bepalen. De laatstgenoemde resultaten zal men verkrijgen, indien de gemiddelde maaswijdte meer ligt in het midden tusschen de grootste en kleinste korreldoorsnede van de betreffende fractie. De eerstgenoemde resultaten daarentegen als deze gemiddelde maaswijdte meer naar de grenzen van de fractie verschoven is.

Bij het bovenstaande merken we op, dat deze resultaten samenhangen met de keuze van de fracties, waarmede deze bepalingen worden verricht. De gemiddelde maaswijdte zou bijv. vermoedelijk van de in tabel 39 genoemde zeven iets anders zijn geweest, indien de contrôle had plaats gevonden met de fracties 16—25; 25—35; 35—45  $\mu$  en 45—55 $\mu$ <sup>184a</sup>). Hieruit volgt dan ook, dat de absolute gemiddelde maaswijdte wel 1 à 2  $\mu$  anders kan zijn dan hier bepaald is; met name in het geval deze maaswijdte uit de verkregen resultaten van 1 fractie berekend moet worden, zooals dit voor zeef 9 (tabel 39c) het geval is. De resultaten, verkregen met de fracties 16—30  $\mu$  en 40—50  $\mu$ , hebben immers voor de bepaling van de maaswijdte in dit geval geen beteekenis.

Het was verder van belang na te gaan, hoe de resultaten van het natzeven van gronden veranderen, indien de bepaalde gemiddelde maaswijdte verschillend is. Dit is van des te meer belang, aangezien hieronder zal blijken, dat deze gemiddelde maaswijdte tijdens het gebruik eerst afneemt en dan weer toeneemt tot een bedrag, dat de resultaten te veel beginnen af te wijken en dus een nieuwe zeef moet worden genomen (de zeef is versleten).

Het grondmonster 22 B 968 met  $\pm 60\%$  van de fractie 25—50  $\mu$  werd daartoe na eenzelfde voorbereiding door een vijftal verschillende zeeffjes gezeefd. Hierbij was telkens van 20 gram grond uitgegaan; de suspensie

<sup>184a</sup>) Volgens een waarneming, beschreven op blz. 830 regel 9 v. b., valt dit achter mede.

werd 15 minuten gekookt, terwijl 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt. De resultaten met de gemiddelde maaswijdte van de zeven zijn in tabel 40 aangegeven. De bepalingen werden steeds in duplo verricht.

Uit tabel 40 volgt, dat het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  voor alle zeven vrijwel gelijk is; bij zeef 14 wordt de iets lagere gemiddelde waarde voor-

TABEL 40

Zeef N°. draadzeven	Gem. maaswijdte in $\mu$ 's	fractie $> \pm 35\mu$ (*)
14	34,5	58,4
14		55,6
Gemiddeld		57,0
15	37,0	61,4
15		57,2
Gemiddeld		59,3
16	36,0	58,3
16		61,4
Gemiddeld		59,8
17	35,0	62,2
17		60,4
Gemiddeld		61,3
18	36,0	60,2
18		60,8
Gemiddeld		60,6

\*) De juiste maaswijdte is in de middelste kolom aangegeven.

namelijk veroorzaakt door de uitkomsten van één analyse. Voor zoverre er nog verschillen aanwezig zijn, hangen deze niet met de gemiddelde bepaalde maaswijdte samen. Mogelijk dat hier de resterende heterogeniteit van het monster of mogelijk de fout van de bepaling deze verschillen veroorzaakt. In elk geval blijkt hieruit, dat zelfs bij dezen grond (fractie  $25-50 \mu = \pm 60\%$ ) een verschil in de gemiddelde maaswijdte van enkele  $\mu$ 's geen invloed heeft.

Uit het voorgaande volgt dan ook, dat zeeffjes kunnen worden goedgekeurd, als de gemiddelde maaswijdte ligt tusschen 33 en  $37 \mu$  ( $35 \pm 2 \mu$ )<sup>185</sup>). Bij grotere afwijkingen dienen deze zeven te worden afgekeurd, ook al zijn deze zeven — ten minste als deze afwijkingen niet te groot zijn — nog wel bruikbaar bij gronden, die een geringer gehalte aan de fractie  $25-50 \mu$  hebben.

<sup>185</sup>) Zoals we nog zullen aantonen, is het gewenscht het natzeven met een zeeffje met maaswijdten van  $\pm 35 \mu$  uit te voeren.

Hierbij kan worden opgemerkt, dat ook uit tabel 43 (zie hieronder) blijkt, dat de verschillen in de fractie  $> 35 \mu$  bij gebruik van verschillende zeven wel eens 5,0 % uiteen kunnen liggen.

Beschouwen we nu de maaswijdte in relatieven zin, dan blijkt uit tabel 39, dat de uiterste gemiddelde maaswijdten, zooals deze bij herhalingen bij hetzelfde zeefje en bij dezelfde fractie naar voren komen, hoogstens  $2,5 \mu$  en meestal minder uiteen wijken. Latere bepalingen — toen dus reeds eenige ervaring met deze bepalingen verkregen was — bleken steeds reproduceerbaar binnen omstreeks  $2 \mu$ . Dit moge nog eens blijken uit de bepaling van de gemiddelde maaswijdte van de zeefjes 11 tot en met 18, waarvan de resultaten in tabel 41 zijn medegedeeld.

TABEL 41

Zeef N <sup>o</sup> . (draad- zeven)	Door de zeef gaat in %		Maas- wijdte in $\mu$ 's	Zeef N <sup>o</sup> . (draad- zeven)	Door de zeef gaat in %		Maas- wijdte in $\mu$ 's
	fractie 16—30 $\mu$	fractie 30—40 $\mu$			fractie 16—30 $\mu$	fractie 30—40 $\mu$	
11	91,8	61,6	36,0 *)	15	97,8	75,1	37,5
11	92,5	58,6	36,0 *)	15	98,5	63,2	36,5
Gem.	92,1	60,1	36,0 *)	Gem.	98,1	69,1	37,0
12	98,4	48,3	35,0	16	98,1	62,8	36,5
12	98,3	45,7	34,5	16	98,0	54,6	35,5
Gem.	98,3	47,0	34,5	Gem.	98,0	58,7	36,0
13	98,2	68,6	37,0	17	97,9	56,5	35,5
13	98,4	62,5	36,5	17	98,0	39,4	34,0
Gem.	98,3	65,5	36,5	Gem.	97,9	47,9	35,0
14	97,6	56,6	35,5	18	98,1	65,2	36,5
14	97,3	35,3	33,5	18	98,3	56,8	35,5
Gem.	97,4	45,9	34,5	Gem.	98,2	61,0	36,0

\*) Uit de uitkomsten met de fractie 16—30  $\mu$  zou men ook gemiddeld genomen  $16 + \frac{92,1}{100} \cdot (30-16) = 29,0 \mu$  voor de gemiddelde maaswijdte kunnen afleiden. Een dergelijke zeef dient te worden afgekeurd.

Uit het voorgaande volgt tevens, dat veranderingen in de maaswijdte van de zeefjes zeer goed zijn aan te toonen. Dat het noodzakelijk is hierop bij voortdurend gebruik van de zeefjes te letten, zal hieronder blijken. Alvorens hierop in te gaan, kan nog worden opgemerkt, dat de gemiddelde maaswijdte bepaald wordt. Dit laatste dus in verband met het feit, dat de afmetingen van de mazen niet overal even groot zijn. Aangezien de verkregen resultaten ook samenhangen of althans samen kunnen hangen met de wijze van zeven en het percentage van de fractie  $> 35 \mu$  zeer verschillend zal kunnen zijn, werd nog eens nagegaan, wat het uitmaakt, indien bij een bepaalde zeef en bij gebruik van de fractie 30—40  $\mu$  van resp. 5, 10 en 20 gram materiaal wordt uitgegaan en hierbij het zeven (wrijven niet penseel; gedeeltelijk onder water) wordt voortgezet tot 0,8 resp. 2 liter vloeistof is doorgelopen. De resultaten zijn in tabel 42 aangegeven.

Uit tabel 42 volgt, dat, indien doorgezeefd wordt tot 2 liter vloeistof is opgevangen, meer door de zeef gaat dan indien wordt doorgezeefd tot 0,8 liter vloeistof is verzameld. Aangezien in het eerste geval langer wordt doorgezeefd dan in het laatste geval, wil dit dus zeggen, dat de zeefduur bij deze wijze van zeven invloed uitoefent. Verder is het waarschijnlijk, dat ook de hoeveelheid te zeven materiaal een invloed uitoefent, in zooverre bij 5 gram het

TABEL 42

*Fractie 30—40  $\mu$* 

Hoeveelheid materiaal in grammen	Doorgezeefd tot 0,8 of 2 liter	Door de zeef gegaan in %	Maaswijdte in $\mu$ 's
5	0,8	11,1	31,0
5	2,0	33,2	33,5
10	0,8	17,5	32,0
10	2,0	24,6	32,5
20	0,8	5,8	30,5
20	2,0	10,4	31,0

meeste en bij 20 gram het minste materiaal de zeef passeert, althans bij zeven tot 2 liter.

Gezien de bovenstaande resultaten werden ook bij een viertal monsters met hoge gehalten van de fractie 25—50  $\mu$  nog eens nagegaan, wat de invloed van den zeefduur was. Hierbij werd uitgegaan van 20 gram grond. Deze werden op de gewone wijze voorbereid en uitgewassen en daarna gezeefd (met penseel en gedeeltelijk onder water) tot 0,8 resp. 2 liter vloeistof was opgevangen. De bepalingen werden in duplo verricht, terwijl alleen het gehalte aan de fractie  $> 35 \mu$  werd bepaald. De resultaten zijn in tabel 43 aangegeven.

Uit tabel 43 volgt, dat in deze gevallen wel de grootste verschillen in de duplobepalingen zijn opgetreden, die voorkomen, welke verschillen 5 % echter niet hebben overschreden, zoodat het gemiddelde cijfer hoogstens  $\pm 2,5 \%$  van de beide afzonderlijke bepalingen afwijkt. Verder blijkt uit tabel 43, dat, indien geijkte zeefjes worden gebruikt, verschillen tot omstreeks 5 % met, met andere geijkte zeefjes verkregen, cijfers kunnen optreden. Hierover werd reeds eerder een opmerking gemaakt, waarnaar wordt verwezen. Belangrijker is echter, dat uit tabel 43 volgt, dat somtijds beduidend meer het zeefje passeert, indien tot 2 liter in plaats van tot 0,8 liter wordt doorgezeefd. Voor de gronden 22 B 968 en 22 B 262 liggen de verkregen verschillen binnen de foutengrenzen; voor de monsters 23 B 010 en 22 B 966 passeert echter 13,3 resp. 13,1 % meer het zeefje, indien tot 2 liter in plaats van tot 0,8 liter wordt doorgezeefd.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat met de gevolgde wijze van zeven (zeefjesdoorsnede 8 cm; gezeefd wordt door wrijven met penseel en door onder water de zeef nu en dan op en neer te bewegen) weliswaar binnen redelijke foutengrenzen reproduceerbare cijfers worden verkregen, die on-

afhankelijk zijn van het gebruikte zeefje, mits dit geijkt is en aan de gestelde eischen voldoet; de verkregen cijfers zijn echter niet absoluut (zie ook sub A van dit hoofdstuk), aangezien zij (soms) afhankelijk zijn van den zeefduur en (waarschijnlijk ook) van de hoeveelheid te zeven materiaal. Ook uit tabel 31 volgt, dat zoowel de zeefduur (= hoeveelheid doorgelopen vloeistof) als de hoeveelheid te zeven materiaal in sommige gevallen een niet te verwaarloozen invloed uitoefent. Gezien mede het feit, dat bij duplobepalingen met hetzelfde zeefje of met verschillende (geijkte) zeefjes nog onderlinge afwijkingen tot omstreeks 5 % kunnen voorkomen, was het gewenscht een machinale

TABEL 43

Grondmonster N°.	Doorgezeefd tot 2 liter is opgevangen	Doorgezeefd tot 0,8 liter is opgevangen	
	Gehalte fractie > 35 $\mu$	Gehalte fractie > 35 $\mu$ Ander zeefje dan kolom 2	Gehalte fractie > 35 $\mu$ Zelfde zeefje als tot 2 liter
23 B 010	23,9	41,9	37,0
	28,4	37,0	34,7
Gemiddeld	26,2	39,5	35,9
22 B 966	52,8	67,7	67,8
	57,0	68,2	71,2
Gemiddeld	54,9	68,0	69,5
22 B 968	65,9	65,7	59,3
	67,5	62,7	58,8
Gemiddeld	66,7	64,2	59,1
22 B 262	73,7	77,1	—
	76,1	81,9	—
Gemiddeld	74,9	79,5	—

*Opmerking:* De cursief gedrukte cijfers zijn gemiddelden.

zeefmethode uit te werken, waarbij bovendien zeven van een grootere doorsnede gebruikt zouden kunnen worden, met het doel tot een methode te komen, waarbij het verkregen resultaat weer onafhankelijk van de hoeveelheid te zeven materiaal en van den zeefduur is. Alvorens hierop in te gaan, kan in verband met het voorgaande worden opgemerkt, dat met de gevolgde zeefmethode (met behulp van penseel en gedeeltelijk onder water; hiermede zijn alle onderzochte gronden onderzocht) alleen bij die gronden, die hooge gehalten aan deeltjes hebben, waarvan de doorsneden weinig verschillen van de gemiddelde maaswijdte en aan weerszijden hiervan liggen, de verkregen resultaten merkbaar af zullen hangen van den zeefduur (hoeveelheid opgevangen water) en de hoeveelheid materiaal. Het is wellicht niet ongewenscht hier op te merken, dat dit slechts voor zeer weinig gronden, die hier zijn onderzocht, geldt. Dit wil zeggen, dat in verreweg de meeste gevallen de resultaten absoluut zullen zijn.

Ofschoon de in sub A van dit hoofdstuk besproken trilzeef (zie aldaar) niet geschikt is voor droogzeven, kan zij wel geschikt zijn voor natzeven. Hierbij is door een bijzondere constructie van den trechter mogelijk geworden onder water te zeven, aangezien de vloeistof tijdens het zeven zeer weinig spat, zoodat bij een voldoende hoogen zeefrand niets verloren gaat. Aangezien geen gaas met een maaswijdte van  $35 \mu$  (door de fabriek met  $30 \mu$  aangeduid) meer aanwezig was, werden eenige proeven verricht met gaas met een maaswijdte van omstreeks  $50 \mu$ . De doorsnede van de zeef was 12 cm. Proefnemingen werden uitgevoerd met de fracties 40—50  $\mu$  en 50—60  $\mu$ . Hierbij bleek, dat, indien van 20 gram materiaal werd uitgegaan, zeker 60 minuten moet worden gezeefd, terwijl als van 10 gram materiaal werd uitgegaan, 45 minuten voldoende is. Hierbij werd doorgezeefd, zoolang nog deeltjes de zeef passeeren, hetgeen was waar te nemen door in de slang onderaan den (koperen) trechter een stukje glasbuis op te nemen, waardoor zichtbaar was, of bij verder zeven nog deeltjes bezonken en dus de zeef nog waren gepasseerd. Tijdens dit zeven werd uiteraard de trechter zoo nu en dan geheel geleidigd. Met hetzelfde toestel (dus zeef en trechter) werd ook op de gewone methode (met penseel) gezeefd. De verkregen resultaten zijn in tabel 44 medegedeeld.

Uit tabel 44 volgt, dat met de trilzeef de verkregen resultaten vrijwel onafhankelijk zijn van de hoeveelheid te zeven materiaal. De duplobepalingen

TABEL 44

Trilzeef			Gewoon gezeefd (met penseel wrijven)		
Fractie	Hoeveelheid in grammen	Op de zeef blijft liggen in %	Fractie	Hoeveelheid in grammen*)	Op de zeef blijft liggen in %
40—50 $\mu$	20	5,7	40—50 $\mu$	10 (0,8 l)	35,8
40—50 $\mu$	20	10,4	40—50 $\mu$	20 (0,8 l)	43,8
Gemiddeld	20	8,1	50—60 $\mu$	10 (0,8 l)	86,4
40—50 $\mu$	10	11,7	50—60 $\mu$	10 (0,8 l)	83,0
50—60 $\mu$	20	70,9	Gemiddeld	10 (0,8 l)	84,7
50—60 $\mu$	20	76,4	50—60 $\mu$	10 (2,0 l)	80,5
Gemiddeld	20	73,7	50—60 $\mu$	20 (0,8 l)	85,6
50—60 $\mu$	10	77,8			

\*) In deze kolom is tevens (tusschen haakjes geplaatst) aangegeven, hoeveel l water bij het natzeven is gebruikt.

loopen echter nog vrijwat uiteen; men vergete niet, dat men met deze fracties geen groote nauwkeurigheid kan verwachten.

Op de gewone wijze gezeefd (wrijven met penseel) blijkt er meer op de zeef te blijven liggen, hetgeen dus aantoont, dat met de trilzeef intensiever gezeefd wordt. De invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal is nu ook niet groot. Ook de invloed van den zeeftijd (zeven tot 0,8 resp. tot 2 liter vloeistof) heeft slechts weinig invloed.

Voor zooverre deze proefnemingen dus het trekken van een conclusie mogelijk maken, is het voordeel van machinaal zeven met de betreffende



zeef (12 cm doorsnede) in hoofdzaak de grootere intensiteit van het zeven, evenals trouwens de mogelijkheid met 3 dergelijke zeven tegelijk te zeven. Ten opzichte van de vroegere zeefmethode (zeven van 8 cm doorsnede; met penseel wrijven) is het voordeel bovendien, dat de resultaten van het zeven onafhankelijk zijn van de hoeveelheid te zeven materiaal; de zeefduur is verder zoo lang, dat niets meer de zeef passeert bij langer zeven. Alles tezamen genomen blijkt het ten zeerste gewenscht deze methode met gebruik van een trilzeef verder uit te werken, aangezien daardoor de uitvoering van de gecombineerde zeef-pipetmethode niet alleen wordt versneld, maar ook wordt verbeterd. De methode wordt daardoor immers waarschijnlijk voor alle gronden absoluut. De methode is bovendien objectiever dan de andere methode, terwijl het zeefgaas waarschijnlijk minder snel zal slijten, aangezien het te zeven materiaal niet meer met een penseel over het zeefgaas wordt gewreven. Aangezien met deze publicatie niet kon worden gewacht, totdat de nieuwe trilzeef was aangekomen, zullen de resultaten van deze onderzoeken in een volgende publicatie worden besproken.

Terugkomende op de mogelijkheid, dat de gemiddelde maaswijdte tijdens het gebruik verandert, kan worden opgemerkt, dat de veranderingen in de maaswijdte het eerst opgemerkt werden bij eenige gronden (löss-gronden), waarvan het gehalte van de fractie 25—50  $\mu$  groot was. In tabel 45 zijn eenige resultaten vermeld, verkregen met grondmonsters, waarbij van een nieuw geijkt zeefje en van een reeds langen tijd gebruikt zeefje gebruik was gemaakt. Hierbij werd uitgegaan van 20 gram grond; de suspensie werd 15 minuten gekookt, terwijl  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator werd gebruikt. In tabel 45 zijn de gemiddelde cijfers van de duplobepalingen aangegeven.

TABEL 45

Grondmonster	Veel gebruikt of nieuw *) zeefje	Gehalte fractie 25—50 $\mu$ in % op drogen grond	Gehalte fractie, die op zeef blijft liggen in %
22 B 965	Veel gebruikt	60,3	42,1
	Nieuw	60,3	62,5
22 B 966	Veel gebruikt	65,9	43,3
	Nieuw	65,9	67,8
22 B 967	Veel gebruikt	47,8	48,6
	Nieuw	47,8	65,3
22 B 968	Veel gebruikt	65,4	43,9 <sup>180)</sup>
	Nieuw	65,4	64,1

\*) Het nieuwe zeefje had een gemiddelde maaswijdte tusschen 33 en 37  $\mu$ .

<sup>180)</sup> Bij dit monster werd met hetzelfde zeefje deze bepaling nog eens in 6-voud herhaald. Ook nu werd van 20 gram grond uitgegaan. Het gemiddelde gehalte van de fractie, die op de zeef bleef liggen, was 43,2 %; de laagste en de hoogste gehalten 41,9 en 44,9 %.

Uit tabel 45 blijkt duidelijk, dat de maaswijdte van het veel gebruikte zeefje — de oorspronkelijke maaswijdte lag binnen 33—37  $\mu$  — in verloop van tijd vergroot moet zijn, aangezien op het veelgebruikte zeefje veel minder blijft liggen dan op het nieuwe zeefje.

Om nu te controleren hoe de maaswijdte verandert, werd eerst om de week en later na een bepaald aantal bepalingen de gemiddelde maaswijdte met behulp van de fractie 30—40  $\mu$  gecontroleerd. De resultaten hiervan zijn in tabel 46 weergegeven.

De zeefjes 11 tot en met 18 werden echter, zoodra de slijtage was gebleken, uit den zeefrand gehaald (ook als zij nog niet of althans practisch nog niet waren gebruikt). Deze zeefgaasjes werden samen met een steviger gaas (maaswijdte ongeveer 300  $\mu$ ) weer opnieuw in den zeefrand gesoldeerd, waardoor zij tijdens het wrijven met het penseel minder doorbuigen en dus minder

TABEL 46

Datum contrôle	Na . . . bepalingen heeft de contrôle plaats gevonden	Zeefje N <sup>o</sup> . (draadzeven)	Gedeelte van de fractie 30—40 $\mu$ dat door de zeef gaat; in %	Maaswijdte in $\mu$ 's
Begin	—	11	65,8	36,5
12/6 '43	onbekend	11	54,1	35,5
19/6 '43	onbekend	11	85,3	38,5 afgekeurd
6/7 '43	onbekend	11	87,7	39,0
Begin	—	12	68,2	37,0
3/7 '43	34	12	15,9	31,5
6/7 '43	42	12	25,2	32,5
9/7 '43	55	12	20,5	32,0
9/8 '43	77	12	49,3	35,0
21/8 '43	113	12	98,1	> 40 afgekeurd
Begin	—	13	65,5	36,5
3/9 '43	36	13	51,2	35,0
23/9 '43	56	13	93,6	39 *) afgekeurd

\*) Indien hier een contrôle met de fractie 40—50  $\mu$  zou zijn uitgevoerd, zou vermoedelijk de maaswijdte boven de 40  $\mu$  zijn gevonden, zoodat de werkelijke gemiddelde doorsnede hooger is dan 39  $\mu$ .

snel onbruikbaar worden (zie ook § 2). De in tabel 46 aangegeven resultaten hebben betrekking op deze zeefjes. De resultaten, in tabel 39 weergegeven, zijn verkregen met zeefjes zonder dit gaas met een maaswijdte van 300  $\mu$  als onderlaag.

Uit tabel 46 volgt, dat tijdens het gebruik de gemiddelde doorsnede eerst kleiner wordt — waarschijnlijk tengevolge van een gedeeltelijke verstopping van de mazen — om daarna weer toe te nemen. Ofschoon hierover nog onvoldoende ervaring bestaat, staat toch wel vast, dat gemiddeld na rond 80 bepalingen de zeefjes versleten zijn en door nieuwe vervangen moeten

worden. Soms zijn echter ook na rond 60 bepalingen de zeefjes reeds versleten (zie zeefje 13). Aangezien het vervangen van het gaas weinig tijd vordert en indien een voldoende aantal zeefjes in voorraad gehouden wordt, is het bezwaar, dat de zeefjes reeds vrij spoedig versleten zijn, niet groot. Uit het bovenstaande volgt verder, dat het noodzakelijk is de zeefjes regelmatig te controleeren, waarvoor het voldoende is, indien deze contrôle na 50 bepalingen, vervolgens na 20 en dan na iedere 10 bepalingen plaats vindt. Zooals reeds werd opgemerkt, is ook om deze reden een overgang naar de trilzeefmethode, indien deze ook na verdere proefnemingen tot het resultaat zou leiden, dat hiermede absolute cijfers zouden kunnen worden verkregen, gewenscht, aangezien de slijtage hiervan geringer zal zijn. Het korrelmateriaal wordt nl. dan niet meer met een penseel over het zeefgaas gewreven.

In verband met het bovenstaande en daarbij tevens terugkomende op de in tabel 39 medegedeelde resultaten, is gebleken, dat de Temaplaatzeven, die ongetwijfeld een veel langeren levensduur zullen hebben dan draadzeven, veel en veel langzamer zeven. De duur van de bepalingen wordt daardoor zoo sterk vergroot, dat om die reden de plaatzeven niet gebruikt kunnen worden. De contrôle-metingen met deze plaatzeven waren overigens ook niet gunstiger dan van draadzeven. Geprobeerd is daarna het zeven te bespoedigen door de zeefdoorsnede (draadzeef) van omstreeks 8 op 11,5 cm te brengen, d.w.z.  $2 \times$  zoo groot te maken. De snelheid van zeven bleek daardoor niet toe te nemen, hetgeen veroorzaakt wordt, doordat een zeef met een doorsnede van 11,5 cm en de daarbij behorende trechter onhandig in het gebruik is, terwijl bovendien de te zeven massa toch niet gelijktijdig over het geheele zeefoppervlak met het penseel gewreven kan worden. (Dit laatste is alleen bij machinaal zeven mogelijk.) Daarbij komt nog, dat de bepaling van de maaswijdte bij de zeven van 11,5 cm minder nauwkeurig is dan bij zeven van 8 cm, hetgeen mogelijk verband houdt met het feit, dat hoe grooter het zevend oppervlak wordt, hoe grooter de kans op mazen met afwijkende doorsneden is. Dit laatste wordt overigens bij gebruik van een trilzeef niet bevestigd (zie tabel 44). Dat overigens het uit de zeef met een doorsnede van 11,5 cm afkomstig gaas, dat opnieuw in een zeefrand met een doorsnede van 8 cm werd ingespannen, iets andere resultaten geeft en bovendien de grenzen, waartusschen de maaswijdte schommelt (nl. 44—51  $\mu$ ), zelfs nog iets meer uit elkaar liggen dan bij de zeef met een doorsnede van 11,5 cm (nl. 48,5—51  $\mu$ ), ligt mogelijk aan het feit, dat, zowel tijdens het inspannen als tijdens het weer loemaken en het opnieuw inspannen, het gaas nogal te lijden heeft gehad. De mogelijkheid bestaat natuurlijk ook, dat juist het opnieuw ingespannen gedeelte van het gaas nogal heterogeen van maaswijdte is, terwijl ook de mogelijkheid bestaat, dat de zeefdoorsnede een invloed op de resultaten heeft. Hoe het overigens ook moge zijn, uit de boven medegedeelde resultaten blijkt voldoende, dat voor ons doel de Temazeefplaten niet geschikt zijn.

Verder volgt uit tabel 40, dat zowel de nauwkeurigheid van de bepaling van de gemiddelde maaswijdte als de reproduceerbaarheid (fout duplicatiebepalingen) voor zeven met maaswijdten van 30 en 50  $\mu$  (volgens aanduiding fabriek) even groot is, hetgeen evenzeer zal gelden voor zeven met maaswijdten van 40  $\mu$ . De in tabel 39b aangegeven resultaten zijn vermoedelijk toevallig;

waarschijnlijk zal de maaswijdte ook hier met denzelfden graad van nauwkeurigheid bepaald kunnen worden als bij de zeven van 30 en 50  $\mu$ .

Tenslotte volgt uit de medegedeelde resultaten, dat de verschillende zeven meestal weinig verschillende maaswijdten geven, zoodat als regel het gaas aan de gestelde eischen voldoet. Hieruit blijkt, dat het weven van dit zeefgaas blijkbaar telkens op vrijwel dezelfde wijze geschiedt, zoodat het benoodigde gaas slechts zelden zal behoeven te worden afgekeurd, doordat de gemiddelde maaswijdte buiten de aangegeven grenzen valt (gaas met maaswijdten grooter dan 50  $\mu$  is echter nog nooit geijkt; blijkens de ervaring, verkregen bij het droogzeven, is de maaswijdte echter dikwijls zoo sterk verschillend, dat zelfs sterk afwijkende zeefresultaten verkregen worden. Ook gaas van 50  $\mu$  voldoet niet altijd aan dezen eisch.) De bepaling van de gemiddelde maaswijdte en de contrôle daarvan tijdens het gebruik van de zeven blijven overigens onontbeerlijk.

§ 6. *Bepaling van de oorspronkelijke concentratie van de suspensie, die na het natzeven ontstaat*

Zooals reeds is opgemerkt, moet de nieuwe methode voor de bepaling van de granulaire samenstelling in gronden voldoen aan den eisch, dat alle fracties rechtstreeks bepaald worden. Dit is alleen mogelijk, indien van de suspensie, die door de zeef is gegaan, de oorspronkelijke concentratie wordt bepaald. De betreffende suspensie is daarbij voorzien van een peptisator, geschud of gekookt om de peptisatie te bevorderen en aangevuld tot 1 liter (zie in dit opzicht ook de volgende paragrafen). Wordt nu de zeef met maaswijdten van 50 resp. van 35  $\mu$  gebruikt, dan beteekent dit dus, dat de concentratie van de fractie  $< 50 \mu$  resp.  $< 35 \mu$  bepaald moet worden. Principieel is dit te doen door de suspensie in haar geheel in te dampen. In een enkel geval is dat bij wijze van contrôle uitgevoerd; in het algemeen is een dergelijke bepaling veel te tijdroovend. Bovendien zou, indien men deze bepaling in duplo wil verrichten, de grond in 4-voud moeten worden voorbehandeld, uitgewassen en gezeefd, aangezien nog 2 suspensies noodig zijn voor de pipetanalyse in duplo.

De eenige, eenvoudige wijze, waarop men deze oorspronkelijke concentratie kan bepalen, is een monster van bijv. 20 cc op voldoende diepte onder den vloeistofspiegel door middel van de pipet aan de suspensie te onttrekken en hierin het droge-stofgehalte te bepalen. Deze methode bleek echter bij gronden, waarbij natgezeefd was door een zeef met maaswijdten van 50  $\mu$ , moeilijkheden op te leveren, aangezien de som van alle fracties + gloeirest +  $\text{CaCO}_3$  + humus zelfs sterk van 100 % kan afwijken. Deze kwestie moest dan ook nader worden onderzocht.

Het is duidelijk, dat de oorzaak van de bovengenoemde afwijkingen moet schuilen in de mate, waarin het gelukt na omschudden van de suspensie de concentratie homogeen, d.w.z. overal dezelfde te maken. Worden nu voor dit natzeven zeven gebruikt met maaswijdten van 30, 40 of 50  $\mu$ , dan zijn de doorsneden van de grofste korrels, die deze zeven passeeren, resp. 30, 40 en 50  $\mu$ . Om nu na te gaan, in hoeverre het gelukt de concentratie homogeen te krijgen, kan het beste gebruik gemaakt worden van dezelfde subfracties,

die ook bij de contrôle van de maaswijdten van de zeef voor het natzeven zijn gebruikt. De gehalten van de grofste fracties zijn dan immers naar willekeur te veranderen, hetgeen van belang is, aangezien van te voren wel te voorspellen was, dat de grofste korrels het minst gemakkelijk homogeen in de vloeistof zijn te verdeelen.

Bij de uitvoering van de pipetanalyse bevindt de suspensie zich in glazen cylinders met voet, waarvan de inwendige doorsnede 60—61 mm bedraagt en de lengte zoodanig is, dat, nadat de cylinders door een gummikurk zijn gesloten, nog een luchtlaag van omstreeks 3—4 cm onder de gummikurk overblijft. Voor het homogeniseeren werden de cylinders nu met de hand gedurende 1 à 2 minuten flink geschud<sup>187)</sup>. Aangezien de maaswijdte van de zeef hoogstens 50  $\mu$  zal zijn, was het niet noodig om proefnemingen te verrichten met fracties grover dan 40—50  $\mu$ . Bovendien werden proefnemingen uitgevoerd met fracties van 30—40  $\mu$ ; 16—32  $\mu$ ; 16—30  $\mu$ ; 16—35  $\mu$ ; 35—43  $\mu$ ; 2—8  $\mu$ ; 2—16  $\mu$  en 0,15—2  $\mu$  of met mengsels daarvan.

Aangezien het verkregen resultaat af kan hangen — en zooals we zullen zien, ook afhangt — van den tijd, die gewacht werd, nadat de cylinders na de homogeniseering waren neergezet, alvorens 20 cc uit de vloeistof werd gepipeteerd, werd deze tijd gevarieerd. De bezinkingstijd werd, tenzij de onttreking van 20 cc direct na het opschudden van de suspensie plaats vond, aangegeven door den bezinkingstijd (volgens STOKES) van deeltjes van 70, 60, 50  $\mu$  enz., waarbij tevens rekening gehouden kon worden met de temperatuur door de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit gepipeteerd werd, naar gelang van de temperatuur te veranderen. Ook de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de betreffende 20 cc vloeistof werd gepipeteerd, werd verschillend genomen, d.w.z. ook onafhankelijk van de kleine veranderingen daarin tengevolge van de veranderingen in de temperatuur van de suspensie.

In tabel 47 zijn nu de resultaten medegedeeld, die met de afzonderlijke fracties zijn verkregen. Hierbij kan worden opgemerkt, dat deze fracties — en dat geldt ook voor de verder hieronder te bespreken mengsels van fracties — eerst met  $\text{NH}_4\text{OH}$  werden opgekookt. Daarna werd de suspensie afgekoeld en tot 1 liter verdund. Na homogeniseering werd de betreffende analyse uitgevoerd. Deze bepalingen werden in veelvoud — soms ook door verschillende personen — uitgevoerd. Is de suspensie na omschudden werkelijk homogeen geworden, dan moet dus 100 % worden gevonden.

Uit tabel 47 blijkt, dat vanaf de fijnste tot de fractie 16—32  $\mu$  de homogeniseering en daarmee de bepaling van de oorspronkelijke concentratie van de suspensie geen moeilijkheden geeft. De maximale fout, d. i. de maximale afwijking tusschen twee bepalingen, is gering. Ook de afwijking van 100 % is klein en wordt bepaald door andere oorzaken. Alleen voor de fractie 16—32  $\mu$

<sup>187)</sup> In den laatsten tijd (zie H. A. J. PIETERS en J. HOVERS, Chem. Weekbl. 39, 606, 1942) werd de suspensie ook wel gehomogeniseerd door van onderen een stroom lucht door de suspensie te blazen. Afgezien van het feit, of de lucht zich niet aan de deeltjes kan hechten z.g. flottatieverschijnselen, zie bijv. W. PETERSEN, Schwimmaufbereitung, Dresden-Leipzig 1936), heeft deze methode naar het mij voorkomt geen voordeelen boven gewoon schudden met de hand. Het lijkt mij dan ook niet waarschijnlijk, dat de resultaten van die, verkregen door met de hand om te schudden, zullen verschillen.

TABEL 47

Diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit gepipeteerd werd, is omstreeks 20 cm

Gebruikte fractie	Tijd na homogeniseeren dat gepipeteerd werd; aangegeven in de doorsnede van een gronddeeltje (met denzelfden bezinkingstijd) en in sec.	Percentage van het drogestofgehalte berekend op het werkelijke droge stofgehalte *)									
		Bepaling N <sup>o</sup>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,15—2 $\mu$	direct 0 . . . . .	100,2	101,4			100,8					
	70 $\mu$ 46 . . . . .	99,2	101,7		gem.	100,5					
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,7	100,8			99,8					max. fout 1,7 %
2—8 $\mu$	direct 0 . . . . .	99,5	102,8	101,7		101,3					
	70 $\mu$ 46 . . . . .	99,7	101,4	102,2	gem.	101,1					
	60 $\mu$ 62 . . . . .	97,1	100,8	100,7		99,5					max. fout 2,9%
8—16 $\mu$	direct 0 . . . . .	99,8	102,2	102,2		101,4					
	70 $\mu$ 46 . . . . .	100,4	102,4	100,0		100,9					
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,7	100,2	100,4		99,8					max. fout 2,4%
16—32 $\mu$	60 $\mu$ 62 . . . . .	100,8	95,7	99,7	96,2						
	60 $\mu$ 62 . . . . .	101,2	98,9	97,4	97,2						
	60 $\mu$ 62 . . . . .	100,2	99,4	98,1	97,9	gem.	98,7				
	60 $\mu$ 62 . . . . .	101,8	98,7	98,6	98,2						
	60 $\mu$ 62 . . . . .	101,6	96,4	97,4	97,6						Middelb. fout van één bepaling 1,6 Max. fout 4,3 %
16—32 $\mu$	50 $\mu$ 90 . . . . .	95,4	90,5								
	50 $\mu$ 90 . . . . .	95,1	93,2								
	50 $\mu$ 90 . . . . .	95,4	91,0								
	50 $\mu$ 90 . . . . .	95,4	90,0								
	50 $\mu$ 90 . . . . .	93,1	89,5								gem. 92,9 Middelbare fout van één bepaling 2,4 max. fout 10,5 %
30—40 $\mu$	direct 0 . . . . .	108,5	102,2	96,7							
	70 $\mu$ 46 . . . . .	106,4	100,7	107,3							
	60 $\mu$ 62 . . . . .	106,1	103,7	106,8							
	50 $\mu$ 90 . . . . .	99,9	100,8	102,7							
	45 $\mu$ 104 . . . . .	101,7	102,8	104,3							
	40 $\mu$ 140 . . . . .	82,4									
	40 $\mu$ 140 . . . . .	81,7									

Opmerking: De bepalingen 8, 9 en 10 werden door een andere persoon uitgevoerd dan de bepalingen 1—7.

\*) De resultaten, die telkens in dezelfde verticale kolom vermeld staan, zijn met dezelfde suspensie verkregen, die dus telkens weer werd opgeschud. In de verschillende verticale kolommen staan dus de resultaten vermeld, die telkens met een nieuw gemaakte suspensie zijn verkregen.

TABEL 47 (Vervolg)

Gebruikte fractie	Tijd na homogeniseeren dat gepipeteerd werd; aangegeven in de doorsnede van een gronddeeltje (met denzelfden bezinkingstijd) en in sec.	Percentage van het drogestofgehalte berekend op het werkelijke droge stofgehalte *) Bepaling N°.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30—40 $\mu$	50 $\mu$ 90 . . . .	100,2	94,2	100,3	98,2	99,7	100,2	103,3	91,6	91,6	97,4
	50 $\mu$ 90 . . . . h	98,7	93,2	95,7	99,2	95,2	90,4	104,2	93,8	82,4	94,7
	50 $\mu$ 90 . . . .	98,2	93,7	100,2	97,8	92,7	105,2	98,8	93,9	100,4	80,7
	50 $\mu$ 90 . . . .	98,8	94,9	96,7	99,9	94,2	102,2	100,8	81,9	98,1	96,7
	50 $\mu$ 90 . . . .	100,2	94,4	—	101,8	102,3	102,2	102,2	96,6	79,7	90,4
	gem.	97,5									Middelbare fout van één bepaling 5,8; max. fout 20,3 %

Opmerking: De bepalingen 8, 9 en 10 werden door een andere persoon uitgevoerd dan de bepalingen 1—7.

40—50 $\mu$	direct 0 . . . .	104,4	108,8								
	70 $\mu$ 46 . . . .	102,7	102,2								
	60 $\mu$ 62 . . . .	99,3	103,7								
	55 $\mu$ 74 . . . .	105,0	94,7								
	50 $\mu$ 90 . . . .	85,5	90,7								
40—50 $\mu$ †)	70 $\mu$ 46 . . . .	106,7	107,7	104,3	100,8	96,9					
	70 $\mu$ 46 . . . .	107,3	104,6	104,9	100,6	95,9					
	70 $\mu$ 46 . . . .	106,2	103,7	95,2	97,4	96,7	gem.	102,2			Middelbare fout van één bepaling 4,7
	70 $\mu$ 46 . . . .	106,4	107,5	100,4	98,8	97,2					max. fout 11,2 %
	70 $\mu$ 46 . . . .	105,7	103,8	111,2	97,4	96,4					
40—50 $\mu$ †)	60 $\mu$ 62 . . . .	102,2	100,4	103,2	96,9	98,8					
	60 $\mu$ 62 . . . .	100,4	103,8	96,8	96,7	99,4					
	60 $\mu$ 62 . . . .	94,4	101,2	97,4	94,2	95,4	gem.	97,8			Middelbare fout van één bepaling 3,1
	60 $\mu$ 62 . . . .	92,7	103,4	97,2	97,7	94,9					max. fout 7,3 %
	60 $\mu$ 62 . . . .	92,7	99,4	96,7	95,7	94,4					

†) De bepalingen zijn door twee personen uitgevoerd.

is de maximale fout 4,3 %, terwijl ook iets grootere afwijkingen van 100 % voorkomen. Dit wijst er reeds op, dat dit zoo ongeveer de grofste fractie is, waarvan het op de aangegeven wijze gelukt om een homogene suspensie te verkrijgen. Ook de tijd na de homogeniseering, waarop de concentratie van de suspensie bepaald wordt door hieruit 20 cc op ongeveer 20 cm onder den vloeistofspiegel te onttrekken, heeft weinig invloed, afgezien weer van de fractie 16—32  $\mu$ . Een valtijd van 90 seconden (= valtijd van deeltjes van 50  $\mu$ ) is hier blijkbaar te lang; de verkregen concentraties zijn te laag.

Van de grovere fracties, nl. 30—40  $\mu$  en 40—50  $\mu$ , is het in het geheel niet meer mogelijk op de aangegeven wijze een homogene suspensie te verkrijgen. Ook door den tijd, waarop na de homogeniseering gewacht wordt, verschillend te nemen, blijken geen bevredigende resultaten te verkrijgen

te zijn. Dit wil niet zeggen, dat het niet eens gelukt op 100 % te komen; echter wel dat dit resultaat niet reproduceerbaar is en dus mede bepaald wordt door niet controleerbare, andere omstandigheden.

Nu is reeds opgemerkt, dat, naarmate de korrels grotere afmetingen hebben, de moeilijkheden om een homogene suspensie te maken, toenemen<sup>188)</sup>. Aangezien er geen sprake van is, dat gronden voorkomen, waarvan de minerale deeltjes voor 100 % bestaan uit de fractie 30—40  $\mu$  resp. 40—50  $\mu$ , maar altijd ook grovere en fijnere deeltjes voorhanden zijn, was de volgende stap dan ook na te gaan, in hoeverre van mengsels van deze fracties wel homogene suspensies zijn te maken. De resultaten van deze onderzoekingen zijn medege-deeld in tabel 48.

Uit tabel 48 blijkt, dat met mengsels, bestaande uit 50 % van de fractie van 30—40  $\mu$  en 50 % van de fractie van 40—50  $\mu$ , geen homogene suspensies zijn te maken. In nauwere cilindrs, waarbij nu echter op omstreeks 30 cm onder den vloeistofspiegel werd gepipeteerd, is dat nog in een geringere mate het geval. Dit resultaat was te verwachten, aangezien van de afzonderlijke fracties 30—40  $\mu$  en 40—50  $\mu$  geen homogene suspensies waren te verkrijgen.

De proefnemingen met een mengsel van de volgende samenstelling, nl. 25 % fractie 2—16  $\mu$ ; 25 % fractie 16—32  $\mu$ ; 25 % fractie 30—40  $\mu$  en 25 % fractie 40—50  $\mu$  gaven echter wel bevredigende resultaten, indien op  $\pm 20$  cm onder den vloeistofspiegel werd gepipeteerd na een valtijd, overeenkomende met den bezinkingstijd van deeltjes van 70  $\mu$ . Ook met een mengsel, bestaande uit 25 % van de fractie 2—16  $\mu$ , 25 % van de fractie 16—32  $\mu$  en 50 % van de fractie 30—40  $\mu$ , zijn bevredigende resultaten verkregen, indien eenzelfde bezinkingstijd werd aangehouden.

Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat, indien het gehalte van de fractie 30—40  $\mu$  en 40—50  $\mu$  maar niet te groot wordt, men nog wel van de korrelmassa een homogene suspensie kan maken. Aangezien gronden wel nooit, of althans slechts hoogst zelden, meer dan 50 % van de fractie 30—50  $\mu$  bevat, kan dus om deze reden nog wel een zeef voor de eerste scheiding (natzeven) worden gebruikt met een maaswijdte van 50  $\mu$ . Het valt echter niet te ontkennen, dat zekerder resultaten verkregen worden, indien deze maaswijdte kleiner — bijv. 35  $\mu$  — is. Een verder voordeel van de laatstgenoemde maaswijdte zou zijn, dat een betere aansluiting met de pipetmethode wordt verkregen, waarvoor echter naar de volgende paragraaf wordt verwezen.

<sup>188)</sup> Dit hangt samen met de valsnelheid. In glycerine gelukt het van veel grovere suspensies homogene suspensies te maken, zooals bijv. blijkt uit de methoden om de gemiddelde doorsnede te bepalen door een bepaald gewicht aan korrels in glycerine (of mengsels daarvan met water) te suspenderen, in een vierkant bakje met vlakken, horizontaal geplaatsten bodem te laten bezinken en nu het aantal korrels per oppervlakte-eenheid te bepalen door onder het microscoop het aantal deeltjes in een zeker oppervlak te tellen. Deze laatste bepalingen moeten dan in een voldoende aantal vlakjes worden verricht om een voldoende vaststaand cijfer te verkrijgen met behulp waarvan het totale aantal deeltjes kan worden berekend. Hieruit is dan weer met behulp van de dichtheid van de korrels en het totaal gewicht van de korrels het gemiddelde volume en hieruit de gemiddelde doorsnede (= bol met hetzelfde volume) te berekenen. Omgekeerd bewijst de mogelijkheid van deze bepaling, dat op deze wijze een homogene suspensie moet kunnen worden verkregen. Zie in dit verband ook: ANDREASEN, Kolloid Chem. Beihefte 27, 349, 1928 en Kolloid Z. 48, 175, 1929. Zie ook noot 153.



TABEL 48

*Diepte onder den vloeistofspiegel, waarop gepipeteerd werd, omstreeks 20 cm; met één uitzondering*

Gebruikte mengsel van fracties	Tijd na homogeniseeren dat gepipeteerd werd; aangegeven in de doorsnede van een gronddeeltje (met denzelfden bezinkingstijd) en in sec.	Percentage van het gevonden droge stofgehalte berekend op het werkelijke drogestofgehalte *)				Opmerkingen	
		1	2	3	4		
Mengsel 50 % 30—40 $\mu$ 50 % 40—50 $\mu$  Zelfde mengsel in cyl. van 4 cm doorsnede op $\pm$ 30 cm onder den vloeistofspiegel	direct 0 . . . . .	105,8	107,8				
	70 $\mu$ 46 . . . . .	103,2	104,4				
	60 $\mu$ 62 . . . . .	95,2	103,1				
	55 $\mu$ 74 . . . . .	96,7	101,7				
	55 $\mu$ 112 . . . . .	62,4					
Mengsel 25 % 2—16 $\mu$ 25 % 16—32 $\mu$ 25 % 30—40 $\mu$ 25 % 40—50 $\mu$	60 $\mu$ 62 . . . . .	94,8	101,4	99,4		gem. 98,9 % max. fout 5,2 % middelhare fout van één bepaling 1,8  gem. 99,3 % max. fout 2,8 % middelhare fout van één bepaling 1,4	
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,6	98,6	100,5			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,1	99,6	97,7			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,1	98,2	97,4			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	101,4	101,2	98,7			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	99,6	98,4	98,2			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	100,6	97,2	98,9			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	101,4	98,9	97,9			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	102,2	99,8	98,7			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	100,8	99,2	97,9			
Mengsel 25 % 2—16 $\mu$ 25 % 16—32 $\mu$ 50 % 30—40 $\mu$	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,7	98,1	102,6		gem. 99,0 % max. fout 5,6 % middelhare fout van één bepaling 2,3  gem. 99,4 % max. fout 2,8 % middelhare fout van één bepaling 1,6	
	60 $\mu$ 62 . . . . .	96,0	98,4	100,6			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	95,7	99,1	99,6			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	98,7	101,6	99,6			
	60 $\mu$ 62 . . . . .	94,4	99,6	102,2			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	97,2	101,6	100,6			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	97,4	101,2	99,8			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	97,6	100,5	98,8			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	99,1	101,8	97,6			
	70 $\mu$ 46 . . . . .	97,9	100,2	100,2			

\*) Zie de noot onder aan tabel 47.

Uit het bovenstaande volgt tevens, dat de tijd na het homogeniseeren — dus vanaf het moment, waarop de cylinder weer is neergezet —, waarbij dan op omstreeks 20 cm onder den vloeistofspiegel gepipeteerd wordt, het beste op 46 seconden kan worden gesteld. Deze tijd komt overeen met den

bezinkingstijd van bolvormige deeltjes van  $70 \mu$  (volgens de Wet van STOKES) over omstreeks 20 cm, afhankelijk van de temperatuur van de suspensie.

Om tenslotte ook nog eens van een grond te bewijzen, dat een natte scheiding zelfs in het ongunstigste geval bij ruim  $40 \mu$  mogelijk is, werden in veelvoud onderzoeken verricht met den grond 22 B 968 (63,6 % van de fractie 25—50  $\mu$ ), waarbij gedeeltelijk op een hierboven genoemde wijze de oorspronkelijke concentratie werd bepaald (dus 46 seconden na homogeniseeren bepaald op een diepte van  $\pm 20$  cm). Daarnaast werd ook de geheele doorgelopen suspensie ingedampt en op deze wijze de oorspronkelijke concentratie bepaald. Uit tabel 49, waarin de resultaten van deze onderzoeken zijn medegedeeld, blijkt, dat de overeenstemming tusschen beide methoden voortreffelijk is, terwijl de som van alle fracties +  $\text{CaCO}_3$  + humus + gloeirest zeer weinig van 100 % verschillen. Het gaasje, waarmede het natzeven werd uitgevoerd, was grooter dan  $40 \mu$  (vergelijk ook tabel 45). Hieruit volgt dan ook, dat bij omstreeks  $35 \mu$  er geen twijfel aan bestaat, dat de oorspronkelijke concentratie van de suspensie (pipeteeren) met voldoende juistheid kan worden bepaald.

Bij het voorgaande moet anderzijds echter worden opgemerkt, dat bij omstreeks  $47 \mu$  dit wel met de meeste gronden het geval is, echter niet met alle. Dit bleek uit het massa-onderzoek volgens de nieuwe methode door het Bedrijfslaboratorium uitgevoerd, waarbij voor het natzeven van gaas met een gemiddelde maaswijdte van  $47 \mu$  gebruik moest worden gemaakt, aangezien gaas met een maaswijdte van omstreeks  $35 \mu$  niet meer te verkrijgen was. Monsters, die met dit gaas onjuiste cijfers gaven (soms kleiner dan 100) gaven met een zeefje met een gemiddelde maaswijdte van  $35 \pm 2 \mu$  onmiddellijk goede cijfers.

TABEL 49

Methode	Som $\text{CaCO}_3$ , humus + gloeirest	Som fracties, die de zeef passeeren	Som fracties, die op de zeef blijven liggen	Som van alles
De suspensie in een bekersglas opgevangen, geheel ingedampt tot droog (porseleinen schaaltje), bij $105^\circ \text{C}$ in droogstoof na- gedroogd, en gewogen	1,9	57,2	40,9	100,0
	1,9	55,8	42,1	99,8
	1,9	55,1	42,5	99,5
	1,9	55,0	42,9	99,7
Gemiddeld . . . . .	1,9	55,8	42,1	99,8
De suspensie in kookkolf opgevangen. Na- oxalaat 0,005 M toegevoegd; 15 minuten gekookt, afgekoeld en aangevuld tot 1 liter.	1,9	56,1	42,9	100,9
	1,9	54,7	44,9	101,5
	1,9	54,8	43,5	100,2
Hierna met de pipetmethode (na 46 sec. staan op $\pm 20$ cm onder de vloeistof- spiegel) de oorspr. concentratie bepaald	1,9	55,3	42,3	99,5
	1,9	56,5	41,9	100,3
	1,9	55,1	43,5	100,5
Gemiddeld . . . . .	1,9	55,4	42,2	100,5

§ 7. *Bepaling van de grootste korreldoorsneden (water als suspensiemiddel), waarvan de pipetmethode te gebruiken is*

Het is zonder meer duidelijk, dat met de pipetmethode alleen dan goede resultaten te verkrijgen zijn, indien het gelukt de deeltjes homogeen in de suspensie te verdeelen. In de vorige paragraaf hebben we reeds gezien, dat dit zeer goed mogelijk is, indien de deeltjes geen grooter doorsnede dan omstreeks  $30 \mu$  hebben. Ook is dit nog het geval, indien het gehalte aan de fractie  $30-40 \mu$  en  $40-50 \mu$  niet te groot is. Hieruit volgt reeds, dat de fractie  $< 50 \mu$  zeker de grofste fractie is, die met de pipetmethode (nl. van gronden en in water als suspensiemiddel<sup>189)</sup>) bepaald kan worden.

Behalve de bovenstaande reden is er nog een andere reden, waarom de pipetmethode slechts tot een bepaalde deeltjesgrootte is te gebruiken. Een en ander vindt zijn oorzaak in het feit, dat de, na de homogeniseering in de vloeistof optredende, stroomingen niet spoedig tot rust komen<sup>190)</sup>. Naarmate de korrels een kleinere doorsnede en dus een langeren vertijld hebben, zal de invloed van deze stroomingen geringer zijn. Hebben we dus aangetoond, dat de pipetmethode vanaf een bepaalde doorsnede goede resultaten geeft, dan kunnen we zonder verder onderzoek dit eveneens voor fijnere fracties aannemen.

Om bovengenoemd vraagstuk op te lossen, werd weer gebruik gemaakt van een mengsel van de fracties  $2-16 \mu$ ;  $16-30 \mu$ ;  $30-40 \mu$  en  $40-50 \mu$ . Ook nu werd 10 gram van deze mengsels met iets  $\text{NH}_4\text{OH}$  opgekookt, waarna de suspensie tot 1 liter werd verdund (eindconcentratie  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 N). Na afkoelen werd deze gehomogeniseerd, waarna na den betreffenden bezinkings-tijd de pipetanalyse werd uitgevoerd.

Eerst werd hierbij een mengsel onderzocht, bestaande uit 50 % van de fractie  $30-40 \mu$  en 50 % van de fractie  $40-50 \mu$ . Wordt hierin het gehalte van de fractie  $< 40 \mu$  bepaald — dus na een bezinkingstijd, overeenkomende met dien van korrels met een doorsnede van  $40 \mu$  —, dan moet hiervoor dus 50 % worden gevonden, wil de pipetmethode goede resultaten geven.

Uit tabel 50 blijkt echter, dat dit geenszins het geval is. De resultaten worden er niet beter op, indien van nauwere cylinders gebruik wordt gemaakt en nu in plaats van op omstreeks 20 cm op omstreeks 30 cm onder den vloeistofspiegel (afhankelijk van de temperatuur van de suspensie) wordt gepipeteerd. Hieruit volgt dan ook, dat de pipetmethode bij het gebruik van water als suspensiemiddel niet meer gebruikt mag worden om de fractie  $< 40 \mu$  te bepalen. Feitelijk geldt dit slechts voor de gebruikte cylinders, waarin zich 1 liter suspensie bevindt, waarbij de vloeistof op de aangegeven wijze wordt gehomogeniseerd. Vermoedelijk zal dit echter steeds het geval zijn, indien water als suspensiemiddel wordt gebruikt, hetgeen niet verder

<sup>189)</sup> Bij kleinere valsnelheden — dus in suspensiemiddelen met een hogere viscositeit en (of) hogere dichtheid dan water — is de pipetmethode in dit opzicht — en vermoedelijk ook ten opzichte van de nog te bespreken moeilijkheden tot veel grovere fracties te gebruiken.

<sup>190)</sup> Zie ook hoofdstuk II en noot 8, blz. 43 en 44.

TABEL 50

Gebruikte mengsel van fracties	Tijd na homogeniseeren, dat gepipeteerd werd; aangegeven in de doorsnede van een gronddeeltje (met denzelfden bezinkingstijd) en in sec.	Percentage van het gevonden droge stofgehalte berekend op het werkelijke drogestofgehalte *)				Opmerkingen
		1	2	3	4	
Mengsel	40 $\mu$ 140 . . . . .	37,9				
50 % 30—40 $\mu$	40 $\mu$ 140 . . . . .	41,6				
50 % 40—50 $\mu$	40 $\mu$ 140 . . . . .	40,6				
	40 $\mu$ 140 . . . . .	39,4				
Zelfde mengsel	40 $\mu$ 211 . . . . .	26,2				
nauwe cylinder op	40 $\mu$ 211 . . . . .	26,2				
ruim 30 cm onder						
vloeistofspiegel						
Mengsel	30 $\mu$ 250 . . . . .	50,8	50,6	49,8	52,0	gem. 50,5 %
25 % 2—16 $\mu$	30 $\mu$ 250 . . . . .	49,8	50,3	51,3	49,1	Middelbare fout van
25 % 16—30 $\mu$	30 $\mu$ 250 . . . . .	50,1	50,3	51,1	51,6	één bepaling 1,1
50 % 30—40 $\mu$	30 $\mu$ 250 . . . . .	49,6	49,6	51,6	51,6	Max. fout 2,3 %
	30 $\mu$ 250 . . . . .	50,3	48,6	52,3	50,1	
Mengsel	35 $\mu$ 184 . . . . .	42,4				
50 % 16—35 $\mu$	35 $\mu$ 184 . . . . .	42,1				
50 % 35—43 $\mu$	35 $\mu$ 184 . . . . .	41,2				gem. 42,1
(totaal niet 10 maar	35 $\mu$ 184 . . . . .	42,1				
16 gram)	35 $\mu$ 184 . . . . .	42,9				

\*) Zie de noot onder aan tabel 47 (vervolg).

is onderzocht, aangezien dit voor de methode, zooals deze hier verricht wordt, niet van belang is.

Vervolgens werden bepalingen verricht in mengsels, bestaande uit 25 % van de fractie 2—16  $\mu$ ; 25 % van de fractie 16—30  $\mu$  en 50 % van de fractie 30—40  $\mu$ , waarbij nu het gehalte aan de fractie < 30  $\mu$  werd bepaald. Deze bepaling werd in veelvoud en door verschillende personen verricht. Uit tabel 50 blijkt, dat inderdaad binnen de foutengrenzen 50 % wordt gevonden. *Hieruit volgt dan ook, dat de pipetmethode gebruikt mag worden tot de bepaling van de fractie < 30  $\mu$  toe.* Mogelijk geldt dit ook nog voor de fractie < 35  $\mu$ . Om dit nog nader te onderzoeken, werden ook nog de fractie 16—35  $\mu$  en 35—43  $\mu$  met behulp van de methode КОРЕЦКЫ gemaakt (zie hiervoor). In een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 16—35  $\mu$  en 50 % 35—43  $\mu$ , werd ook nu weer het gehalte aan de fractie < 35  $\mu$  bepaald. De resultaten zijn ook in tabel 50 weergegeven.

Uit tabel 50 blijkt, dat, ofschoon blijkbaar wel reproduceerbare waarden verkregen worden, deze resultaten toch niet juist zijn. De pipetmethode mag

dus niet meer worden gebruikt om de fractie  $< 35 \mu$  te bepalen. Te verwonderen behoeft ons dit niet. De pipetmethode kan immers ook dan slechts alleen goede resultaten geven, indien het gelukt de suspensie te homogeniseeren ten opzichte van de te bepalen fractie. Aangezien dit voor de fractie  $16-32 \mu$  nog gelukt — in tegenstelling met de fracties kleiner dan  $16 \mu$ , heeft hier de tijd, waarop na het homogeniseeren gewacht wordt, voordat het monster wordt genomen, *wel* invloed — en voor de fractie  $30-40 \mu$  dit echter niet meer mogelijk is, is het niet onwaarschijnlijk, dat de suspensie ten opzichte van de fractie  $< 35 \mu$  niet meer door omschudden te homogeniseeren is.

Tenslotte moge hier worden opgemerkt, dat met dit mengsel ook een zeefje werd geijkt, dat tevens met de fractie  $30-40 \mu$  was geijkt. De verkregen resultaten waren gelijk ( $33 \mu$ ).

### § 8. *De peptisatie*

#### a. Enkele opmerkingen

Aangezien door het natzeven een eerste scheiding wordt verkregen in deeltjes  $< 35 \mu$  en  $> 35 \mu$ , wordt de verdeling in enkelvoudige korrels van de fractie  $> 35 \mu$  bepaald door de voorbereiding. Aangezien deze door het verrichte onderzoek vaststaat, behoeven we ons daarmee in deze paragraaf niet meer bezig te houden.

Alleen de peptisatie van de deeltjes kleiner dan  $35 \mu$  — d.w.z. het zoo noodig in enkelvoudige korrels onderverdeelen van de deeltjes in deze fractie — is hier dus van belang. Om deze maximale peptisatie te verkrijgen, zijn 3 methoden aan te geven, die meesttijds te zamen worden aangewend, nl.:

1. Het verwijderen van uitvlokkende electrolyten.
2. Het toevoegen van een geschikten peptisator.
3. Het schudden of koken van de suspensie.

Ten gevolge van het uitwasschen van den voorbereikten grond worden de uitvlokkende electrolyten verwijderd. Hiervoor is het van belang na te gaan, wat de invloed van de hoeveelheid materiaal is, waarvan wordt uitgegaan (10, 20 gram grond, enz.), evenals wat de invloed is, die de hoeveelheid waschvloeistof op de peptisatie uitoefent. Verder is het van belang na te gaan, welke peptisator gebruikt moet worden en in welke concentratie om de maximale peptisatie te verkrijgen, evenals welke andere methode (schudden of koken van de suspensie) hieraan nog moet worden toegevoegd.

De onderzoekingen, die op deze vraagstukken betrekking hebben, zullen hier achtereenvolgens worden besproken.

b. De invloed van de hoeveelheid water, waarmede de voorbereikte grond wordt uitgewasschen, evenals van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan

1. *De invloed van de hoeveelheid water, waarmede de voorbereikte grond wordt uitgewasschen*

Zoals reeds is opgemerkt, is het voor een goede peptisatie noodzakelijk de coagulerende electrolyten te verwijderen, hetgeen hier door uitwassching met behulp van een Büchnertrichter geschiedt. Uit proefnemingen was reeds gebleken, dat, als met het uitwasschen werd voortgegaan totdat 0,8 l vloeistof in de afzuigkolf was opgevangen, de bij verder uitwasschen opgevangen vloeistof geen  $\text{Ca}^{++}$ - en  $\text{Cl}^-$ -ionen meer bevat. Ofschoon het dus zeer onwaarschijnlijk was, dat door een verdere uitwassching dan tot 0,8 l nog een verbetering van de peptisatie mogelijk was, werd dit volledigheidshalve toch onderzocht.

Voor dit bovengenoemd onderzoek diende in de eerste plaats het grondmonster B 7644 (Int. Grondmonster I). Dit grondmonster is namelijk berucht om zijn slechte peptiseerbaarheid en derhalve dus uitermate geschikt voor dit doel. Hierbij werd uitgegaan van 10 gram grond, waarbij werd uitgewasschen tot 0,8 en 1,25 l. De kookduur van de suspensie was verschillend, terwijl 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt. De resultaten daarvan zijn in tabel 51 aangegeven.

Uit tabel 51 volgt, dat de peptisatie bij alle kooktijden goed is, zij het wellicht bij 1 en 15 minuten ook het beste. Bedenken we, dat de gloeirest 4,6 % is (ten minste bij 15 minuten koken) en dat deze vermoedelijk grotendeels afkomstig is van de fractie  $< 2 \mu$ , dan blijkt uit tabel 51 tevens, dat de peptisatie zelfs beter is dan volgens de methode ATTERBERG (gelijke)

TABEL 51

Kookduur in minuten	$(\text{COONa})_2$ 0,005 M						Kookduur in minuten	$(\text{COONa})_2$ 0,005 M					
	Uitgewasschen tot 0,8 l			Uitgewasschen tot 1,25 l				Uitgewasschen tot 0,8 l			Uitgewasschen tot 1,25 l		
	$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$> 16 \mu$	$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$> 16 \mu$		$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$> 16 \mu$	$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$> 16 \mu$
1	61,4	10,5	71,9	59,3	13,4	72,7	60	59,3	14,2	73,5	60,9	9,6	70,5
1	62,5	9,7	72,2	59,8	12,3	72,1	60	59,5	13,9	73,4	61,4	8,3	69,7
Gem.	62,0	10,1	72,1	59,6	12,8	72,4	Gem.	59,4	14,1	73,5	61,2	9,0	70,1
Vershil duplo's	1,1	0,8	0,3	0,5	1,1	0,6	Vershil duplo's	0,2	0,3	0,1	0,5	1,3	0,8
15	63,3	9,9	73,2	60,9	13,4	74,3	90	61,2	12,6	73,8	60,1	9,9	70,0
15	62,0	9,1	71,1	61,6	12,1	73,7	90	60,9	13,4	74,0	61,6	7,8	69,4
Gem.	62,7	9,5	72,2	61,3	12,8	74,0	Gem.	60,9	13,0	73,9	60,9	8,8	69,7
Vershil duplo's	1,3	0,8	2,1	0,7	1,3	0,6	Vershil duplo's	0,6	0,8	0,2	1,5	2,1	0,6
30	61,4	12,3	73,7	62,2	8,9	71,1	Vershil duplo's	0,7	0,6	0,6	0,7	1,4	0,7
30	60,9	12,6	73,5	61,9	9,9	71,8							
Gem.	61,2	12,4	73,6	62,1	9,4	71,5							
Vershil duplo's	0,5	0,3	0,2	0,3	1,0	0,7							

Analyse volgens ATTERBERG  
64,3 %  $< 2 \mu$ ; 8,8 % 2—16  $\mu$ ;  
en 73,1 %  $< 16 \mu$ .

voorbewerking, echter met 0,10 N  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator; na de voorbereking wordt de grond direct in de slibcilinders gespoeld en dus niet uitgewassen of met den peptisator gekookt).

Bepalen we ons hier tot het vergelijken van de resultaten, verkregen na uitwassching tot 0,8 l, resp. tot 1,25 l, dan blijkt uit tabel 51, dat de verkregen verschillen binnen de foutengrenzen liggen. Met name blijkt dit uit de fijnste, bepaalde fractie ( $< 2 \mu$ ), aangezien immers de mate van de peptisatie vooral blijkt uit de verkregen gehalten van de fijnste, bepaalde fracties. De verschillen in de fractie 2—16  $\mu$  en dientengevolge van de fractie  $< 16 \mu$  liggen eveneens binnen de foutengrenzen. Zij zijn vermoedelijk ontstaan tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het monster. Met de mate van peptiseering hebben deze verschillen zeker niets te maken, aangezien bij een kookduur van 30 minuten bij vrijwel gelijkblijvende gehalten aan de fractie  $< 2 \mu$  de gehalten aan de fractie 2—16  $\mu$  en daarmee van de fractie  $< 16 \mu$  na uitwasschen tot 0,8 l zelfs grooter zijn dan na de uitwassching tot 1,25 l.

Aangezien later om verder hieronder te bespreken redenen uitgegaan werd van 20 gram en niet van 10 gram grond, werden ook hiervoor enkele proeven genomen om den invloed van het feit, of tot 0,8 dan wel tot 1,6 l werd uitgewassen, na te gaan. Hierbij werd de suspensie 15 minuten gekookt, terwijl 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd toegevoegd. De resultaten daarvan zijn in tabel 52 aangegeven.

TABEL 52

*Uitgegaan van 20 gram grond*

Grondmonster	Uitgewassen tot 0,8 l				Uitgewassen tot 1,6 l			
	$< 2 \mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	$< 16 \mu$	$< 2 \mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	$< 16 \mu$
17 B 752 Rivierkleigrond	67,8	19,7	6,6	94,1	66,8	19,4	7,5	93,7
	67,3	20,7	5,4	93,4	67,2	19,4	6,4	93,0
Gemiddeld . . . . .	67,6	20,2	6,0	93,8	67,0	19,4	7,0	93,4
17 B 753 Leemgrond	66,6	10,8	1,9	79,3	64,1	11,0	2,9	78,0
	65,4	11,8	0,5	77,7	64,1	11,0	2,4	77,5
Gemiddeld . . . . .	66,0	11,3	1,2	78,5	64,1	11,0	2,7	77,8

Ook uit tabel 52 volgt, dat er geen verschil in uitkomst bestaat, of nu wordt uitgewassen tot 0,8 dan wel tot 1,6 l vloeistof in de afzuigkolf is opgevangen. Bestaat er immers nog verschil tusschen de verkregen resultaten, dan zijn de gehalten aan de fijnste, bepaalde fractie tot 0,8 l uitgewassen zelfs nog iets grooter dan tot 1,6 l uitgewassen.

Tenslotte zijn, uitgaande van 20 gram grond, waarbij de suspensie 15 minuten werd gekookt en 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt, nog een 3-tal gronden onderzocht, waarbij zowel tot 0,8 als tot 1,6 l werd

uitgewasschen. De resultaten daarvan zijn medegedeeld in tabel 53. De bepalingen zijn in duplo verricht. De verschillen daartusschen waren zeer gering, waarom kortheidshalve alleen de gemiddelde cijfers in tabel 53 zijn aangegeven.

Uit tabel 53 blijkt, dat er geen verschil in de uitkomsten bestaat of wordt uitgewasschen tot 0,8 dan wel tot 1,6 l.

*Uit het bovenstaande volgt tevens, dat uitwasschen, totdat 0,8 l in de afzuigkolf is opgevangen, voldoende is.*

Ofschoon hiermee niet geheel samenvallend, moge hier ook de volgende kwestie behandeld worden:

Tijdens de voorbehandeling en de uitwassching van den grond verliest deze zeker een bepaald gedeelte van zijn uitwisselbare basen; geheel is dit zeer zeker niet het geval. De vraag kan nu gesteld worden, of  $(\text{COONa})_2$  voor gronden, die in het geheel geen uitwisselbare basen meer bevatten — dus zuivere  $\text{H}^+$ -gronden zijn —, nog wel een goede peptisator is. Om dit na te gaan, werden een drietal gronden van verschillende herkomst in duplo (per analyse werd uitgegaan van 20 gram grond) op de gewone wijze voorbehandeld en uitgewasschen (tot 0,8 l). In deze waschvloeistof werd de gloeirest bepaald. Nu werd doorgegaan met uitwasschen, echter nu met

TABEL 53

Grondmonster N°. B	$\text{CaCO}_3$	Humus	Gloeirest	Uitgewasschen tot 1,6 l							
				Subfracties in $\mu$ 's							Som
				$< 2 \mu$	$2-4 \mu$	$4-8 \mu$	$8-16 \mu$	$16-25 \mu$	$25-35 \mu$	$> 35 \mu$	
23046	1,6	2,1	1,3	15,0	1,2	2,2	2,9	4,2	5,5	62,5	98,5
23011	0,0	10,0	4,9	47,1	4,2	4,2	3,1	4,3	4,0	18,0	99,8
23008	5,9	4,0	3,3	35,7	3,2	2,6	6,2	8,9	10,7	17,6	98,3
				Uitgewasschen tot 0,8 l							
23046	1,6	2,1	1,8	14,7	1,7	1,7	3,2	4,4	5,4	62,8	99,4
23011	0,0	10,0	3,9	50,6	2,3	2,8	5,2	4,0	6,9	15,5	101,2
23008	5,9	4,0	2,3	37,0	1,5	4,0	7,0	8,9	10,1	21,2	101,9

heet 0,06 N HCl tot 1,75 l is doorgelopen. In het filtraat werd opnieuw de gloeirest bepaald (uiteeraard werd nu geen correctie aangebracht voor het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte van den grond en het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). De gronden werden nu met heet gedestilleerd water tot 0,8 l uitgewasschen, waardoor deze geen Cl-ionen meer bevatten. Deze gronden bevatten dan uiteraard ook geen uitwisselbare basen meer. De uitgewasschen gronden werden nu op de gewone wijze gezeefd; de suspensie werd 15 minuten met 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  gekookt, waarna de pipetanalyse werd uitgevoerd. In tabel 54



zijn de verkregen resultaten medegedeeld. Hierin zijn ook aangegeven de reeds eerder verkregen resultaten met deze gronden, die op de gewone wijze zijn voorbehandeld en uitgewasschen en waarbij ook per analyse van 20 gram grond werd uitgegaan.

Uit tabel 54 blijkt, dat door de verdere uitwassching opnieuw een paar procent materiaal in oplossing is gegaan. Hiermee moet uiteraard rekening worden gehouden bij de vergelijking van de resultaten, verkregen met de op de boven aangegeven wijze voorbehandelde gronden en de op de gewone

TABEL 54

Grond- monster N°. B	Voor- bewerking gewoon of met extra HCl	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest		Fractie						Som	
				1e 0,8 l	2e 1,75 l	< 2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		35 μ
17752 Rivierklei Haaften	extra HCl	0,2	2,1	2,3	2,6	66,8	10,7	9,6	4,2	2,5	0,8	1,1	102,9
	extra HCl	0,2	2,1	2,5	2,5	65,8	10,7	9,6	4,4	2,8	0,5	1,0	102,1
	extra HCl	0,2	2,1	2,4	2,6	66,3	10,7	9,6	4,3	2,6	0,7	1,0	102,5
	gewoon	0,2	2,1	2,6	—	68,9	67,6	20,2 *)	6,0	1,6	0,2	1,0	101,5
17753 Leemgrond Roden	extra HCl	0,0	5,2	2,5	2,1	63,8	5,9	5,1	2,7	0,1	1,1	14,4	102,4
	extra HCl	0,0	5,2	2,8	2,1	61,4	6,3	5,1	1,7	0,9	0,7	13,7	99,9
	extra HCl	0,0	5,2	2,7	2,1	62,6	6,1	5,1	2,2	0,5	0,9	14,0	101,4
	gewoon	0,0	5,2	3,0	—	64,7	66,0	11,3 *)	1,2	1,5	0,2	14,2	102,6
7663 Oude Dollardklei	extra HCl	0,0	5,1	2,3	2,4	44,0	5,0	8,9	12,2	10,0	7,5	4,4	101,8
	extra HCl	0,0	5,1	2,3	2,4	40,8	4,5	7,9	12,0	10,0	7,5	4,5	97,0
	extra HCl	0,0	5,1	2,3	2,4	42,4	4,8	8,4	12,1	10,0	7,5	4,4	99,4
	gewoon	0,0	5,1	2,0	—	44,8	44,9	14,3 *)	13,0	8,9	6,7	4,7	99,6

\*) Deze gehalten hebben betrekking op de fractie 2—8 μ.

Opmerking: De gemiddelde waarden van duplo bepalingen zijn cursief gedrukt.

wijze voorbehandelde gronden. Doen we dit — we kunnen waarschijnlijk de tweede gloeirest (1,75 l) bij de fractie 2 μ optellen —, dan blijkt, dat er geen verschil in de resultaten is, of m. a. w. (COONa)<sub>2</sub> peptiseert zuivere H<sup>+</sup>-gronden evengoed als gronden, die nog een gedeelte van de uitwisselbare basen bevatten. De Na-oxalaat peptiseert dus zeker niet alleen, doordat Ca<sup>++</sup>-ionen met de Na-oxalaat onoplosbaar Ca-oxalaat geven. Hierbij moge worden opgemerkt, dat, voordat de met extra HCl voorbehandelde gronden met de Na-oxalaat gekookt werden, de peptisatie reeds zeer behoorlijk leek.

Op dezelfde manier werd een laterietgrond onderzocht, ons door Prof.

HUDIG te Wageningen toegezonden onder de naam „Middelburg rood (lateriet)”. Deze grond zou volgens een mededeeling van Prof. HUDIG na de normale voorbereidingen voor de granulaire analyse bij wat langer staan uitvlokken.

De behandeling van dezen grond gaf geen enkele moeilijkheid. Na de gewone voorbehandeling, evenals na de extra uitwassching met HCl (zie hiervoor), echter zonder toepassing van den peptisator, vlokte de grond inderdaad bij langer staan uit. Na koken gedurende 15 minuten met 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  was de grond uitstekend gepeptiseerd. Uitvloeking trad ook na 2 dagen staan niet op. De analyses gaven verder geen moeilijkheden. De uitkomsten van den gewoon voorbehandelden en den extra met HCl uitgewassen grond zijn dezelfde (zie tabel 55).

Hieruit volgt tevens, dat de extra zoutzuurbehandeling (zuivere  $\text{H}^+$ -grond) geen andere resultaten geeft en dat  $(\text{COONa})_2$  ook een dergelijken grond uitstekend peptiseert.

2. De invloed van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan; de invloed van de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de vloeistof gepipeteerd wordt.

α. De invloed van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan.

Het is uiteraard van belang ook den invloed na te gaan van de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan, aangezien de concentratie van de suspensie

TABEL 55

Grondmonster N <sup>o</sup> .	Voorbereiding gewoon of met extra HCl	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest		Fractie						Som	
				1e 0,8 l	2e 1,75 l	< 2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		> 35 μ
23B887 Lateriet- grond van Prof. Hudig genaamd Middelburg rood (lateriet)	extra HCl	0	1,1	1,4	0,4	80,6	4,3	3,6	1,6	0,7	2,7	4,9	101,3
	extra HCl	0	1,1	1,4	0,8	80,4	3,9	3,1	2,2	0,9	2,2	5,0	101,0
	extra HCl	0	1,1	1,4	0,6	80,5	4,1	3,4	1,9	0,8	2,4	5,0	101,2
					81,1								
	gewoon	0	1,1	1,5	—	81,5	3,4	3,2	2,7	0,1	2,4	5,2	161,1
	gewoon	0	1,1	1,7	—	80,7	4,3	2,6	2,6	0,1	2,3	5,6	101,0
	gewoon	0	1,1	1,6	—	81,1	3,9	2,9	2,6	0,1	2,4	5,4	101,1

Opmerking: De cursief gedrukte getallen zijn gemiddelde cijfers.

daardoor wordt beïnvloed. De, door de zeef gegane, korrelmassa (natzeven) wordt immers steeds tot 1 l verdund. Dit is tevens van belang voor de peptisatie, aangezien immers volgens TUORILLA<sup>190</sup>) geen coagulatie plaats vindt of

<sup>190</sup>) Zie H. GESSNER, Die Schlammanalyse. Leipzig, 1932, blz. 63 e. 169.

plaats gevonden heeft, indien noch een invloed van de concentratie van de suspensie, noch een invloed van de diepte, waarop gepipeteerd wordt, kan worden aangetoond.

Eerst werden daartoe proefnemingen verricht met twee gronden, waarbij van 10, 20 en 30 gram grond werd uitgegaan. De voorbereiding van den grond, indien van 10 en 20 gram grond wordt uitgegaan, is in B II § 2 van dit hoofdstuk beschreven, waarnaar verwezen kan worden; alleen werd in dit geval tot 1,6 l uitgewasschen, indien tot 20 gram grond werd gebruikt, aangezien toentertijd nog niet bekend was, dat met 0,8 l had kunnen worden volstaan. Indien van 30 gram grond wordt uitgegaan, werd bij de voorbereiding 150 cc  $H_2O_2$  en 150 cc 0,2 N HCl gebruikt, terwijl ook nu, evenals in het geval van 20 gram werd uitgegaan, met het uitwasschen werd voortgegaan, totdat 1,6 l vloeistof in de afzuigkolf was opgevangen. In alle gevallen werd de suspensie 15 minuten gekookt, terwijl 0,005 M  $(COONa)_2$  als peptisator werd gebruikt. De suspensie werd in alle drie gevallen tot 1 l verdund. De resultaten van deze bepaling zijn in tabel 56 medegedeeld.

TABEL 56

Grondmonster N <sup>o</sup> .	Uitgegaan werd van ... gram grond	Gehalten van de fracties in % op drogen grond			
		< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	> 16 $\mu$
17 B 752 Rivierkleigrond	10	66,2	17,8	7,3	91,3
	Gemiddeld	65,7	18,8	6,5	91,0
		66,0	18,3	6,9	91,2
	20	66,8	19,4	7,5	93,7
	Gemiddeld	67,2	19,4	6,4	93,0
		67,0	19,4	7,0	93,4
	30	66,2	20,1	6,4	92,7
	Gemiddeld	66,0	20,3	5,7	92,0
		66,1	20,2	6,1	92,4
17 B 753 Leemgrond	10	64,8	11,4	1,6	77,8
	Gemiddeld	65,1	12,0	2,1	79,2
		64,9	11,7	1,9	78,5
	20	64,1	11,0	2,9	78,0
	Gemiddeld	64,1	11,0	2,4	77,5
		64,1	11,0	2,7	77,8
	30	63,6	11,5	2,3	77,4
	Gemiddeld	63,8	10,9	2,0	76,7
		63,7	11,2	2,2	77,1

Uit tabel 56 blijkt, dat binnen de foutengrenzen dezelfde resultaten worden verkregen onafhankelijk van het feit of van 10, 20 dan wel van 30 gram grond wordt uitgegaan. Het natzeven neemt echter des te meer tijd in beslag, naarmate van meer grond wordt uitgegaan. Om deze reden is er dan ook van afgezien om van 30 gram grond uit te gaan, toen gebleken was (zie verder hieronder), dat de analyses nauwkeuriger kunnen worden uitgevoerd, naarmate van meer grond wordt uitgegaan. Om deze reden werd dan ook daarvoor later 20 gram gekozen.

Het spreekt vanzelf, dat dit voor een grooter aantal grondmonsters nog eens moet worden nagegaan. In tabel 57 zijn de resultaten vermeld van een

TABEL 57

Grond- monster N°. B	Hoeveel- heid gebruikten grond	Gehalten in % op drogen grond									Som	
		CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	2 $\mu$ V	2-8 $\mu$	8-16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$	35 $\mu$ A	Voor corr. van SO <sub>3</sub> uit de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Na corr. van SO <sub>3</sub> uit de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> *)
2049	10 g	0,1	0,7	1,3	11,5	5,2	2,1	4,5	1,4	72,5	99,3	98,8
	20 g	0,1	0,7	2,0	13,7	4,0	2,7	3,4	1,1	71,5	99,2	98,7
2053	10 g	0,0	1,3	2,5	36,1	11,6	10,1	9,1	8,2	21,9	100,8	100,3
	20 g	0,0	1,3	3,1	37,3	12,0	8,8	8,6	6,8	22,5	100,4	99,9
2054	10 g	0,0	1,3	3,2	48,3	14,5	8,8	8,4	5,5	10,6	100,6	100,1
	20 g	0,0	1,3	3,5	49,5	15,3	8,4	7,5	4,6	10,6	100,7	100,2
2624	10 g	0,0	0,6	2,1	23,8	3,8	3,8	9,7	10,4	45,7	99,9	99,4
	20 g	0,0	0,6	2,1	25,3	4,5	3,5	7,3	11,3	46,6	101,2	100,7
2871	10 g	0,0	1,7	2,3	24,5	7,4	4,9	7,4	3,7	48,4	100,3	99,8
	20 g	0,0	1,7	2,5	25,3	9,6	4,8	4,7	3,5	48,3	100,4	99,9
2929	10 g	0,7	1,6	2,7	13,4	2,9	1,9	3,2	8,5	65,6	100,5	100,0
	20 g	0,7	1,6	2,0	12,8	2,9	3,0	3,4	7,0	66,1	99,5	99,0
7978	10 g	0,0	1,5	3,5	62,3	10,4	8,4	5,0	6,0	6,1	103,2	102,7
	20 g	0,0	1,5	3,3	60,7	13,7	7,5	5,8	4,0	6,1	102,6	102,1
8400	10 g	0,0	0,8	1,2	35,4	7,3	5,3	8,2	12,0	31,0	101,2	100,7
	20 g	0,0	0,8	2,6	35,7	7,6	7,4	7,2	9,7	31,5	102,5	102,0
20869	10 g	0,1	1,6	1,1	28,7	6,4	8,0	10,1	14,5	28,6	99,1	98,6
	20 g	0,1	1,6	2,0	28,8	8,2	8,6	9,6	13,8	27,9	100,6	100,1

TABEL 57 (vervolg)

Grond- monster N°. B	Hoeveel- heid gebruikten grond	Gehalten in % op drogen grond									Som	
		CaCO <sub>3</sub>	Humes	Gloeirest	2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	Voor corr. van SO <sub>3</sub> uit de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> *	Na corr. van SO <sub>3</sub> uit de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> *
20892	10 g	0,0	1,1	2,5	39,1	7,0	7,0	9,6	13,3	20,1	99,7	99,2
	20 g	0,0	1,1	2,0	38,9	8,3	9,5	9,2	12,3	21,0	102,3	101,8
15120	10 g	0,0	4,6	2,7	47,9	15,4	10,8	7,0	8,9	4,8	102,1	101,6
	20 g	0,0	4,6	3,2	40,2	13,4	11,6	9,1	6,5	4,8	102,4	101,9
6789	10 g	0,0	0,6	3,1	64,7	5,0	2,3	6,2	9,6	13,4	104,9	104,4
	20 g	0,0	0,6	2,7	63,7	5,1	3,8	5,9	7,3	13,5	102,6	102,1
7288	10 g	4,0	6,7	7,4	76,0	6,4	1,1	0,0	0,7	2,8	105,1	106,4
	20 g	4,0	6,7	6,1	75,8	7,3	0,2	0,5	1,0	2,8	104,4	103,9
833	10 g	0,1	1,1	3,4	59,4	13,2	9,1	4,4	5,4	7,3	103,4	102,9
	20 g	0,1	1,1	2,8	58,2	17,1	8,0	3,0	4,0	7,9	102,2	101,7
7644	10 g	2,4	0,7	4,6	61,5	8,1	3,4	3,8	3,8	15,6	103,9	103,4
	20 g	2,4	0,7	4,4	62,2	7,3	3,9	2,5	4,5	15,3	103,2	102,7
7663	10 g	0,0	5,1	3,1	44,4	13,4	12,6	11,3	6,7	5,4	102,0	101,5
	20 g	0,0	5,1	2,9	44,0	14,3	13,0	8,9	6,7	4,7	100,5	100,0
17752	10 g	0,2	2,1	3,5	66,0	18,3	6,9	2,3	0,4	2,2	101,9	101,4
	20 g	0,2	2,1	3,5	67,6	20,2	6,0	1,6	0,2	1,0	102,4	101,9
17753	10 g	0,0	5,2	3,1	64,9	11,7	1,9	0,4	0,0	14,3	101,5	101,0
	20 g	0,0	5,2	3,9	66,0	11,3	1,2	1,5	0,2	14,2	103,5	103,0

Gem. 10 gr	0,4	2,1	2,9	44,9	9,3	6,0	6,1	6,6	23,1	101,6	101,1
Gem. 20 gr	0,4	2,1	3,4	45,3	10,1	6,2	5,5	5,8	23,1	101,7	101,2
M. f. van één bepaling 10 gr	0,13 †)		0,77		0,77	1,08	0,82	1,00	0,32	0,95	
M. f. van één bepaling 20 gr	0,17		0,44		0,71	0,63	0,59	0,48	0,45	0,72	
Max. afwijking 10 gr		0,3	2,4		2,1	2,7	3,0	2,4	1,1	2,3	
Max. afwijking 20 gr		0,5	1,4		2,1	2,3	1,3	1,5	2,0	1,8	

\*) Per 10 en 20 gr voorberekten grond is deze correctie 0,5.

†) Dit cijfer is abnormaal laag; bij latere herhalingen bleek de middelbare fout van één bepaling (door verschillende analisten bepaald) tusschen 0,43 en 0,80 te schommelen.

onderzoek met 18 monsters, waarbij van 10 en van 20 gram grond werd uitgegaan. De voorbereiding en de uitwassing (in beide gevallen tot 0,8 l) vond plaats op een wijze als in § 2 voor deze hoeveelheden is aangegeven. De suspensies werden telkens 15 minuten gekookt, terwijl 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt. De suspensies werden telkens tot 1 l verdund. De bepalingen werden in duplo verricht; in tabel 57 zijn eenvoudigheidshalve alleen de gemiddelde cijfers vermeld.

Laten we een beschouwing van de middelbare fouten en de maximale fouten buiten beschouwing — deze zullen later besproken worden — dan volgt ook uit tabel 57, dat het geen verschil uitmaakt, of van 10 dan wel van 20 gram grond wordt uitgegaan. Men vergelijkte bijv. in dit opzicht ook de gemiddelde cijfers van alle grondmonsters onderaan tabel 57. *Hieruit volgt dus, dat coagulatie niet optreedt.* Uit dit oogpunt maakt het voor de peptisatie geen verschil, of van 10, 20 en waarschijnlijk zelfs van 30 gram wordt uitgegaan. Zooals verder onder nog zal blijken, zijn de fouten echter veel kleiner, indien van 20 dan indien van 10 gram grond wordt uitgegaan, waarom er dan ook later de voorkeur aan werd gegeven om van 20 gram grond uit te gaan.

$\beta$ . De invloed van de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de 20 cc suspensie gepipeteerd wordt

Ook, indien de resultaten van de analyse onafhankelijk zijn van de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de 20 cc gepipeteerd wordt, heeft de coagulatie volgens TUORILLA geen invloed op de verkregen resultaten.

De eerste proefnemingen hierover werden verricht met een tweetal gronden. Hierbij moet van meer dan 1 l suspensie worden uitgegaan. De concentratie mag na de eerste onttrekking van 20 cc (feitelijk 32 cc; zie noot 171) niet merkbaar veranderen. Hiertoe werd  $3 \times 10$  gram van de onderzochte monsters op de gewone wijze (per 10 gram) voorbereid, uitgewassen (0,8 l) en gezeefd. De suspensie werd telkens 15 minuten gekookt, terwijl  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator werd gebruikt. De inhoud van de drie kookkolven, waarin zich dus telkens de voorbehandelde en uitgewassen massa van 10 gram bevond, werd nu samengevoegd en aangevuld tot precies 2,5 l. Hierin werden dan de in tabel 58 aangegeven fracties bepaald. Tusschen iedere bepaling werd de inhoud van de cilindres telkens opnieuw geschud.

Laten we de fout, blijkende uit de verschillen tusschen de duplo-bepalingen, buiten beschouwing — hierop zal later worden teruggekomen —, dan blijkt, uit tabel 58, dat er binnen de foutengrenzen geen verschil bestaat in de gehalten der verschillende fracties, indien de betreffende 20 cc suspensie op verschillende diepten onder den vloeistofspiegel worden gepipeteerd.

Het bovenstaande neemt niet weg, dat vrijwel steeds het bepaalde gehalte van de verschillende fracties iets schijnt af te nemen, naarmate op grootere diepte onder den vloeistofspiegel gepipeteerd wordt. Deze verschillen zijn echter zoo gering, dat zij zeker niet vaststaan en mogelijk ook toevallig zouden kunnen zijn. Om dit nog eens na te gaan, werden nu van 5 gronden telkens

TABEL 58

Fractie in $\mu$ 's	Tijd na homogeniseeren, waarop ge- pipeteerd wordt	Diepte onder den vloeistofspiegel in cm, waar gepipeteerd wordt *)	Grondmonster 17 B 752		Grondmonster 17 B 753	
			Gehalte	Gem.	Gehalte	Gem.
< 16	7,5 sec.	$\pm 10$	93,7	94,4	79,7	79,7
< 16	7,5 "	$\pm 10$	95,0		79,7	
< 16	15 "	$\pm 20$	94,8	94,4	79,9	79,3
< 16	15 "	$\pm 20$	93,9		78,6	
< 8	15 "	$\pm 4$	90,2	89,8	77,8	78,0
< 8	15 "	$\pm 4$	89,3		78,2	
< 8	37,5 "	$\pm 10$	88,5	88,8	77,8	77,5
< 8	37,5 "	$\pm 10$	89,1		77,1	
< 8	60 "	$\pm 16$	88,9	88,7	77,1	76,2
< 8	60 "	$\pm 16$	88,4		75,3	
< 2	4 uur	$\pm 5$	68,5	68,3	65,2	65,2
< 2	4 "	$\pm 5$	68,0		65,2	
< 2	8 "	$\pm 10$	67,0		64,1	
< 2	8 "	$\pm 10$	mislukt		mislukt	

\*) De juiste diepte, waarop gepipeteerd werd, hangt van de temperatuur van de suspensie af, aangezien hiermede immers rekening wordt gehouden.

in drie keer niet 10, maar 20 gram voorberekt, uitgewassen (0,8 l) en gezeefd. De suspensie werd telkens 15 minuten gekookt met 0,005 M  $(\text{COONa})_3$  als peptisator. Deze suspensies werden ook nu weer bij elkaar gevoegd in de bovengenoemde, wijde cylinders en aangevuld tot precies 2,5 l. De concentratie van de suspensie is dus juist tweemaal zoo groot als bij de reeds besproken onderzoeken, waardoor de resultaten nauwkeuriger worden. De resultaten van deze waarnemingen zijn medegedeeld in tabel 59.

Uit tabel 59 blijkt, dat binnen de foutengrenzen ook nu geen verschil in de gehalten der verschillende fracties optreedt, indien de gehalten van dezelfde fractie op verschillende diepten onder den vloeistofspiegel worden bepaald. Er treedt nu bovendien geen regelmatige afname in de bepaalde gehalten op, naarmate de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de 20 cc suspensie gepipeteerd wordt, grooter was. Het in tabel 58 verkregen resultaat in dit opzicht is dus toevallig geweest.

*Uit het bovenstaande volgt dus, dat coagulatie gedurende de bezinking der deeltjes niet optreedt.*

c. De bevordering van de peptisatie door koken of door schudden van de suspensie; de invloed van den schud- en kookduur.

De mechanische methoden, die worden toegepast om de peptisatie te bevorderen, bestaan gewoonlijk in schudden of in koken van de suspensie

TABEL 59

Fractie in $\mu$ 's	Diepte onder den vloeistofspiegel in cm, waaruit gepipeteerd werd *)	Grond- monster 17 B 752		Grond- monster 17 B 753		Grond- monster 22 B 976		Grond- monster 23 B 030		Grond- monster 23 B 449	
		Gehalte	Gemiddeld	Gehalte	Gemiddeld	Gehalte	Gemiddeld	Gehalte	Gemiddeld	Gehalte	Gemiddeld
< 8	$\pm$ 6	90,7	89,7	78,0	76,7	43,6	34,1	56,1	56,3	69,8	68,4
< 8	$\pm$ 6	88,6		75,8		33,6		56,5		67,0	
< 8	$\pm$ 12	88,5	89,3	76,9	76,8	33,5	34,1	55,5	55,7	68,1	68,0
< 8	$\pm$ 12	90,1		76,7		34,6		55,8		67,9	
< 8	$\pm$ 18	91,4	91,2	76,2	76,2	33,9	33,9	56,1	56,4	67,2	67,6
< 8	$\pm$ 18	90,9		76,2		33,9		56,7		67,9	
< 2	$\pm$ 5	66,8	67,0	64,6	64,2	25,7	26,2	41,4	41,2	55,9	54,7
< 2	$\pm$ 5	67,1		63,8		26,6		40,9		53,4	
< 2	$\pm$ 10	68,5	67,7	64,9	64,7	26,5	26,3	41,3	40,9	55,1	53,5
< 2	$\pm$ 10	66,8		64,4		26,0		40,4		51,8	

\*) De juiste diepte, waarop gepipeteerd werd, hangt van de temperatuur van de suspensie af, aangezien hiermede immers rekening wordt gehouden.

*Opmerking.* De pipeteering van de fractie < 8 $\mu$  vond zoo plaats, dat de volgorde van de diepte, waarop de peptisatie plaats vond, 6, 12, 18, 18, 12 en 6 cm en van de fractie < 2 $\mu$  5, 10, 10 en 5 cm was.

Hierbij werd dus na iedere bepaling de suspensie opnieuw opgeschud. Deze volgorde werd genomen om een eventuele concentratie-verandering tijdens deze opeenvolgende peptisaties niet van invloed te doen zijn op de diepte, waarop gepipeteerd werd.

gedurende een zekeren tijd. Soms wordt de suspensie ook wel zeer intensief geroerd. Dit is hier niet verder onderzocht, aangezien reeds spoedig bleek, dat bij koken van de suspensie gedurende een korten tijd de peptisatie maximaal doet zijn, of althans, dat het niet gelukt is door welke methode dan ook, deze peptisatie te vergrooten. Bovendien vormt het koken van de suspensie een dergelijke eenvoudige methode, dat er niet de minste behoefte aan bestaat deze door andere even goede methoden te vervangen, gesteld althans dat deze bestaan.

In de eerste plaats werd nu nagegaan met welke methode, nl. schudden of koken, de beste resultaten werden verkregen. Hiertoe werden 8 gronden gekozen, waaronder de zeer slecht peptiseerende grond uit Soedan (Int. Monster N<sup>o</sup>. I). Overigens werden zooveel mogelijk gronden gekozen, waarmede blijkens vroeger opgedane ervaringen moeilijkheden kunnen optreden. Hierbij werd van 10 gram grond uitgegaan, die op de gewone wijze werd voorbereid, uitgewassen en gezeefd; dit laatste echter door een zeef met een maaswijdte van 50  $\mu$ . De door de zeef geloopte suspensies werden met gedestilleerd water en NH<sub>4</sub>OH tot bijna 1 l gevuld, waarbij de concentratie



van de ammoniak zoodanig was, dat na aanvulling tot precies 1 l deze 0,1 M was<sup>191)</sup>. Deze suspensies werden nu verhit tot kooktemperatuur en dan resp. gedurende 1, 15, 30 en 60 minuten gekookt. Na afkoeling werden deze suspensies in de cylinders gedaan en aangevuld tot 1 l, nadat eerst zooveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  was toegevoegd, dat de concentratie van  $\text{NH}_4\text{OH}$  steeds weer 0,1 M was. De hoeveelheid verdampt  $\text{NH}_4\text{OH}$  was van te voren nagegaan met gelijke hoeveelheden gedestilleerd water en  $\text{NH}_4\text{OH}$ , welke oplossingen ook gedurende resp. 1, 15, 30 en 60 minuten werden gekookt, waarna na de afkoeling de resterende  $\text{NH}_4\text{OH}$ -concentratie werd bepaald. Hieruit kan dan worden berekend hoeveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  tijdens het koken van de suspensie en tijdens de afkoeling verloren was gegaan.

Een andere serie suspensies werd in schudkolven gedaan en resp. 0,5; 1; 2; 4 en 6 uur op de schudmachine geschud. De suspensies werden daarna in de cylinders gebracht, waarna tot precies 1 l werd verdund.

Voor het begin van de analyse werden de bovengenoemde cylinders nog eens gedurende omstreeks 1 minuut krachtig met de hand geschud, waarna na den benodigden bezinkingstijd de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$  en  $< 16 \mu$  werden bepaald. Een suspensie werd slechts gedurende 1 minuut met de hand — dus niet op de schudmachine — geschud.

Ten slotte werden ook nog de gehalten van de fracties  $> \pm 50 \mu$  bepaald; d.w.z. het gehalte aan de deeltjes, die op de zeef blijven liggen.

De resultaten van deze onderzoekingen zijn in tabel 60 vermeld. Hierin zijn ook de resultaten van de bepalingen volgens ATTERBERG aangegeven.

Uit tabel 60 blijkt, dat, als we de beste verkregen resultaten onderling vergelijken, de kookmethode betere resultaten geeft dan de schudmethode. Zoo geeft schudden bij het grondmonster B 7288 zeer onvoldoende resultaten, hetgeen ook het geval is met den grond uit Soedan (B 7644). Deze laatste grond geeft ook moeilijkheden met de kookmethode, hetgeen echter voornamelijk door de keuze van den peptisator zal blijken te zijn veroorzaakt (zie hieronder). Overigens geeft de kookmethode ook hier betere resultaten dan de schudmethode. Voor de andere gronden geeft — zij het dan ook in mindere mate — de kookmethode betere resultaten bij het grondmonster B 7663 (oude Dollardklei). Bij de andere onderzochte grondmonsters is het verschil gering en ligt het zeker binnen de foutengrenzen. Aangezien het bovenstaande uiteraard ook geldt voor slechts 1 minuut met de hand schudden, moet aan de kookmethode de voorkeur worden gegeven. Deze methode heeft, afgezien van dit laatste, nog het groote voordeel boven de schudmethode, dat deze methode weinig apparatuur vereischt, eenvoudig is uit te voeren en weinig tijd vraagt. De met schudden verkregen resultaten zullen dan ook verder onbesproken blijven.

Verder blijkt, afgezien van den grond uit Soedan (B 7644), de overeenstemming met de volgens de methode-ATTERBERG verkregen resultaten uitstekend te zijn. Deze laatste grond wordt door koken met 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  onvoldoende gepeptiseerd, waarop wordt teruggekomen.

<sup>191)</sup> De concentratie van de peptisatoren zal steeds in grammoleculen per liter worden aangegeven.

TABEL 60

Peptisator 0.1 M NH<sub>4</sub>OH

Grondmonsters	Suspensie gekookt				Suspensie geschud					
	Kook- duur in min.	In % op drogen grond				Schud- duur	In % op drogen grond			
		2 μ ∇	2-16 μ ∇	16 μ ∇	50 μ ∧		2 μ ∇	2-16 μ ∇	16 μ ∇	50 μ ∧
B 6789 Kleefgrond uit Limburg CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 0,6%	1 15 30 60  Atter- berg	59,7 62,5 60,7 61,7  62,7	11,5 9,6 11,7 9,4  6,5	71,2 72,1 72,4 71,1  69,2	6,8 6,8 7,2 6,9  > 16 = 30,2	1 min. ½ uur 1 uur 2 " 4 " 6 " Atter- berg	59,0 63,8 64,1 61,5 63,6 61,2 62,7	11,1 8,2 8,2 9,9 8,4 8,6 6,5	70,1 72,0 72,3 71,4 72,0 69,8 69,2	6,8 6,9 7,0 7,1 7,3 7,4 = 30,2
B 7288 Potklei Haren CaCO <sub>3</sub> 4,0% Humus 6,7%	1 15 30 60  Atter- berg	75,8 74,7 76,8 78,1  76,3	10,9 13,1 8,3 7,8  9,0	86,7 87,8 85,1 85,9  85,3	2,2 2,3 2,3 2,4  > 16 = 4,0	1 min. ½ uur 1 uur 2 " 4 " 6 " Atter- berg	34,6 40,0 37,1 38,4 39,8 40,6 76,3	42,0 38,5 46,2 42,0 39,2 40,6 9,0	76,6 78,6 83,3 80,4 79,0 81,2 85,3	2,5 2,5 2,4 2,3 2,3 2,2 > 16 = 4,0
B 833 Klei uit Bedum CaCO <sub>3</sub> 0,1% Humus 1,1%	1 15 30 60  Atter- berg	55,3 55,3 57,2 56,9  56,4	26,9 25,3 24,0 24,8  21,3	82,2 80,6 81,3 81,7  77,7	3,5 3,7 3,6 3,9  > 16 = 21,1	1 min. ½ uur 1 " 2 " 4 " 6 " Atter- berg	51,6 54,6 54,3 54,8 54,1 54,1 56,4	27,5 25,6 26,6 27,2 24,7 29,3 21,3	79,1 80,2 80,9 82,0 78,8 83,4 77,7	3,7 3,9 4,1 3,9 3,7 3,8 > 16 = 21,1
B 8037 Vette Westerwalder klei (Koblenz) CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 0,3%	1 15 30 60  Atter- berg	69,4 72,0 72,0 70,7  71,1	19,8 15,2 16,6 18,3  15,8	89,2 87,2 88,6 89,0  86,9	2,4 2,5 2,4 2,3  > 16 = 12,8	1 min ½ uur 1 " 2 " 4 " 6 " Atter- berg	69,0 70,2 69,8 70,8 70,0 68,7 71,1	18,0 15,9 18,9 17,9 17,9 17,4 15,8	87,0 86,1 88,7 88,7 87,9 86,1 86,9	2,6 2,6 2,6 2,8 2,6 2,6 > 16 = 12,8

TABEL 60 (vervolg)

Grondmonsters	Suspensie gekookt					Suspensie geschud				
	Kook- duur in min.	In % op drogen grond				Schud- duur	In % op drogen grond			
		2 $\mu$ V	2-16 $\mu$	16 $\mu$ V	50 $\mu$ A		2 $\mu$ V	2-16 $\mu$	16 $\mu$ V	50 $\mu$ A
B 7644 Grond uit Soedan Int. monster I CaCO <sub>3</sub> 2,4% Humus 0,7%	1	50,5	25,1	75,6	11,5	1 min.	35,1	31,7	66,8	10,5
	15	53,2	19,7	72,9	11,5	½ uur	31,0	33,8	64,8	11,4
	30	46,4	27,0	73,4	11,3	1 "	30,5	38,7	69,2	11,4
	60	52,6	21,4	74,0	11,5	2 "	48,4	22,1	70,5	11,3
						4 "	49,4	23,5	72,9	11,3
						6 "	46,8	28,6	75,4	11,3
	Atter- berg	64,3	8,8	73,1	> 16 = 23,8	Atter- berg	64,3	8,8	73,1	> 16 = 23,8
B 7663 Oude Dollardklei Int. monster III CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 5,1%	1	46,6	19,2	65,8	1,5	1 min.	43,6	24,8	68,4	1,9
	15	46,0	20,2	66,2	1,5	½ uur	43,6	24,6	67,2	1,8
	30	46,8	20,4	67,2	1,6	1 "	43,4	25,2	68,6	1,5
	60	45,7	19,6	65,3	1,4	3 "	41,8	27,7	69,5	1,6
						4 "	42,4	27,8	70,2	1,7
						6 "	43,6	28,2	71,8	1,6
	Atter- berg	47,1	23,4	70,5	> 16 = 24,4	Atter- berg	47,1	23,4	70,5	> 16 = 24,4
B 17752 Rivierklei uit Haaften CaCO <sub>3</sub> 0,2% Humus 2,1%	1	64,6	29,2	93,8	1,4	1 min.	63,3	25,2	88,5	1,6
	15	64,9	27,4	92,3	1,3	½ uur	62,8	25,7	88,5	1,9
	30	65,6	26,2	91,8	1,3	1 uur	63,3	26,3	89,6	1,6
	60	65,4	27,4	92,8	1,7	2 "	63,8	26,8	90,6	1,6
						4 "	65,4	25,8	91,2	2,1
						6 "	62,8	28,8	91,6	1,6
	Atter- berg	64,8	23,6	88,4	> 16 = 9,5	Atter- berg	64,8	23,0	88,4	> 16 = 9,5
B 6416 Leemgrond uit Roden CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 5,2%	1	63,0	17,2	80,2	13,0	1 min.	63,0	13,0	76,0	13,4
	15	63,7	14,3	78,0	13,1	½ uur	60,9	14,7	75,6	12,1
	30	62,6	15,6	78,2	13,1	1 uur	61,4	15,8	77,2	12,5
	60	64,0	14,0	78,0	12,5	2 "	61,6	17,3	78,9	12,9
						4 "	63,0	16,7	79,7	12,9
						6 "	63,8	14,2	78,0	13,3
	Atter- berg	64,8	14,4	19,2	> 16 = 15,6	Atter- berg	64,8	14,4	79,2	> 16 = 15,6

De vraag, die dus nu beantwoord moet worden, is hoe lang gekookt moet worden. Hierbij zullen verschillende peptisatoren in aanmerking genomen moeten worden, aangezien deze daarop ook een invloed uitoefenen.

Uit tabel 60 blijkt, dat er over het algemeen weinig verschil in de resultaten, verkregen met verschillende kooktijden, bestaat. Voor de grondmonsters B 6789, B 8037 en mogelijk B 7644 schijnt 1 minuut koken wat lage cijfers te geven, terwijl bij B 7288 de mogelijkheid aanwezig lijkt te zijn, dat langer dan 15 minuten gekookt moet worden.

Om hierover verder te worden ingelicht, werden 2 grondmonsters, nl. B 7288 (Potklei, Haren) en B 8073 (Westwalder klei) in 5-voud onderzocht. Hierbij werd van 10 gram grond uitgegaan. De gebruikte peptisator was weer  $\text{NH}_4\text{OH}$ , echter nu zoowel in een concentratie van 0,04 als 0,1 M. De suspensie werd weer 1, 15, 30 en 60 minuten gekookt. De verkregen resultaten zijn medegedeeld in tabel 61.

Uit tabel 61 blijkt, dat voor het grondmonster B 7288 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  betere resultaten geeft dan 0,04 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; bij het grondmonster B 8037 zijn de resultaten dezelfde. We kunnen ons dan ook verder beperken tot de bespreking van de resultaten, verkregen met 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Bij het grondmonster B 7288 blijkt nu, dat met 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator en door de suspensie 1 minuut te koken iets lagere gehalten van de fractie  $< 2 \mu$ ,  $2-16 \mu$  en dus ook van de fractie  $< 16 \mu$  worden verkregen dan indien de suspensie langer wordt gekookt. De resultaten, verkregen door koken van de suspensie gedurende 15 en 30 minuten, zijn gelijk, terwijl na 60 minuten koken de mogelijkheid bestaat, dat de gehalten aan de onderzochte fracties weer iets afnemen (beginnende coagulatie?).

Bij het grondmonster B 8037 en bij het gebruik van 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator blijkt er geen invloed van den kookduur te bestaan, of althans staat deze niet vast. De mogelijkheid bestaat, dat na 30 en 60 minuten koken iets betere resultaten zijn verkregen dan na 1 of 15 minuten koken. (Dit is echter slechts schijn; zie hieronder.)

Vergelijken wij deze resultaten met de vroegere met deze grondmonsters verkregen resultaten (zie tabel 60), dan blijkt, dat B 7288 nu (tabel 61) na 15, 30 en 60 minuten koken gelijke resultaten heeft gegeven, terwijl vroeger (tabel 60) een toename optrad bij langer koken dan 15 minuten, welk feit dus niet is bevestigd. Wel blijkt in beide gevallen 1 minuut koken te lage cijfers te geven. Bij 8037 werd vroeger bij langer koken een geringe afname gevonden in het gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  (tabel 60). Nu (tabel 61) neemt dit gehalte juist toe. Deze verschijnselen zijn dus blijkbaar toeval geweest. Ook het feit, dat vroeger (tabel 60) na 1 minuut koken iets te lage cijfers van de fractie  $< 2 \mu$  zijn verkregen, werd later (tabel 61) niet bevestigd.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat voor de onderzochte gronden 1 minuut koken van de suspensie te gering is, terwijl langer koken dan 15 minuten niet noodig schijnt te zijn.

Uit tabel 61 blijkt verder, dat de middelbare fout van één bepaling gering is, evenals de maximale afwijking van de afzonderlijke bepaling van het gemiddelde. De overeenstemming met de, met behulp van de methode-ATTERBERG verkregen, resultaten is goed. Men vergete niet, dat bij de methode-ATTERBERG het gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  verkregen wordt door de som van de grovere fracties + humus +  $\text{CaCO}_3$  van 100 af te trekken. De temperatuur tijdens deze bepalingen werd bovendien niet constant gehouden,

terwijl slechts met één temperatuur rekening werd gehouden. Afwijkingen van eenige procenten hebben dan ook geen beteekenis.

Wat het grondmonster B 7644 (grond uit Soedan) betreft, blijkt uit tabel 60, dat geen volledige peptisatie door koken van de suspensie met 0,1 N  $\text{NH}_4\text{OH}$

TABEL 61

Grondmonsters	0,04 M $\text{NH}_4\text{OH}$			0,1 M $\text{NH}_4\text{OH}$				
	Kookduur in min.	In % op drogen grond			Kookduur in min.	In % op drogen grond		
		< 2 $\mu$	2-16 $\mu$	< 16 $\mu$		< 2 $\mu$	2-16 $\mu$	< 16 $\mu$
	1	72,8	12,3	85,1	1	74,1	8,3	82,4
	1	74,7	11,5	86,2	1	74,1	8,0	82,1
	1	74,7	11,2	85,9	1	76,0	6,4	82,4
	1	71,5	14,4	85,9	1	75,4	6,1	81,5
	1	73,4	11,7	85,1	1	76,5	5,6	83,1
	Gemiddeld	73,4	12,2	85,6	Gemiddeld	75,2	6,9	82,1
	M. f. . . .	1,4	1,3	0,5	M. f. . . .	1,1	1,2	0,4
	Max. afw. van gem.	1,9	2,2	0,6	Max. afw. van gem.	1,3	1,4	0,6
	15	73,1	12,8	85,9	15	80,3	7,5	87,8
	15	73,7	12,0	85,7	15	78,2	8,8	87,0
	15	70,9	15,5	86,4	15	77,1	9,1	86,2
	15	72,6	14,4	87,0	15	77,6	8,5	86,1
	15	70,9	14,9	85,8	15	77,9	10,1	88,0
	Gemiddeld	72,2	13,9	86,1	Gemiddeld	78,2	8,9	87,1
	M. f. . . .	1,3	1,5	0,6	M. f. . . .	1,5	1,1	0,9
	Max. afw. van gem.	1,5	1,9	0,9	Max. afw. van gem.	2,1	1,4	1,0
B 7288 Potklei (Haren) $\text{CaCO}_3$ 4,0% Humus 6,7%								
Analyse volgens ATTERBERG	30	74,4	9,1	83,5	30	78,2	7,7	85,9
	30	72,8	10,1	82,9	30	79,7	8,0	87,7
	30	73,4	7,7	81,1	30	80,0	7,2	87,2
	30	72,8	8,3	81,1	30	79,7	8,0	87,7
	30	74,7	8,0	82,7	30	79,7	6,1	85,8
	Gemiddeld	73,6	8,6	82,2	Gemiddeld	79,5	7,4	86,9
	M. f. . . .	0,9	1,0	1,1	M. f. . . .	0,7	0,8	1,0
	Max. afw. van gem.	1,1	1,5	1,3	Max. afw. van gem.	1,3	1,3	1,1
< 2 $\mu$ 76,3% 2-16 $\mu$ 9,0% < 16 $\mu$ 85,3%								
	60	76,0	5,3	81,3	60	78,6	3,5	82,1
	60	72,8	7,7	80,5	60	77,9	4,5	82,4
	60	73,7	6,9	80,6	60	75,4	7,2	82,6
	60	74,7	4,8	79,5	60	77,1	7,5	84,6
	60	76,0	4,5	80,5	60	77,1	7,5	84,6
	Gemiddeld	74,6	5,8	80,4	Gemiddeld	77,2	6,0	83,2
	M. f. . . .	1,4	1,4	0,7	M. f. . . .	1,2	1,9	1,2
	Max. afw. van gem.	1,8	1,9	0,9	Max. afw. van gem.	1,8	2,5	1,4

TABEL 61 (Vervolg.)

Grondmonsters	0,04 M NH <sub>4</sub> OH				0,1 M NH <sub>4</sub> OH			
	Kookduur in min.	In % op drogen grond			Kookduur in min.	In % op drogen grond		
		< 2 $\mu$	2-16 $\mu$	> 16 $\mu$		< 2 $\mu$	2-16 $\mu$	> 16 $\mu$
B 8037 Vette Wester- walder klei CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 0,3 %	1	71,7	17,5	89,2	1	70,7	16,0	86,7
	1	73,2	15,8	89,0	1	70,0	17,3	87,3
	1	70,9	14,7	85,6	1	70,0	17,3	87,3
	1	71,5	15,5	87,0	1	69,5	16,8	86,3
	1	70,9	14,7	85,6	1	71,2	15,0	86,2
	Gemiddeld	71,6	15,6	87,2	Gemiddeld	70,3	16,5	86,3
	M. f. . . .	0,9	1,2	1,8	M. f. . . .	0,7	1,0	0,5
	Max. afw. van gem.	1,6	1,9	2,0	Max. afw. van gem.	0,9	1,5	0,6
	15	72,0	14,0	86,0	15	69,7	16,8	86,5
	15	72,5	15,8	88,3	15	71,5	14,3	85,8
15	72,7	15,0	87,7	15	70,4	15,3	85,7	
15	73,2	13,2	86,4	15	71,2	15,8	87,0	
15	72,5	13,0	85,5	15	71,5	16,0	87,5	
Gemiddeld	72,6	14,2	86,3	Gemiddeld	70,9	15,6	86,5	
M. f. . . .	0,4	1,2	1,2	M. f. . . .	0,8	0,9	0,8	
Max. afw. van gem.	0,6	1,6	1,5	Max. afw. van gem.	1,2	1,2	1,0	
Analyse volgens ATTERBERG  < 2 $\mu$ 71,1 % 2-16 $\mu$ 15,8 % > 16 $\mu$ 86,9 %	30	72,5	16,3	88,8	30	71,2	18,0	89,2
	30	71,7	18,8	90,5	30	71,7	18,6	90,3
	30	73,2	17,3	90,5	30	72,7	15,8	88,5
	30	72,7	16,3	89,0	30	72,0	18,0	90,0
	30	73,5	17,3	90,8	30	72,5	18,3	90,8
	Gemiddeld	72,7	17,2	89,9	Gemiddeld	72,0	17,7	89,7
	M. f. . . .	0,7	1,0	0,9	M. f. . . .	0,6	1,1	0,9
	Max. afw. van gem.	1,0	1,6	1,1	Max. afw. van gem.	0,8	1,9	1,2
	60	73,8	16,3	90,1	60	72,7	16,0	88,7
	60	72,2	17,0	89,2	60	72,5	17,0	89,5
60	73,2	16,5	89,7	60	71,7	17,8	89,5	
60	72,2	19,3	91,5	60	71,2	17,5	88,7	
60	72,7	17,8	90,5	60	72,2	16,5	88,7	
Gemiddeld	72,3	17,4	90,2	Gemiddeld	72,1	17,0	89,1	
M. f. . . .	0,7	1,2	0,9	M. f. . . .	0,6	0,7	0,5	
Max. afw. van gem.	1,0	1,9	1,3	Max. afw. van gem.	0,9	1,0	0,4	

gedurende 1, 15, 30 of 60 minuten is verkregen. Deze bepalingen werden daarom nog eens herhaald, waarbij 0,04 M NH<sub>4</sub>OH als peptisator werd gebruikt, aangezien een moment de indruk was verkregen — deze indruk bleek later onjuist te zijn —, dat 0,04 M NH<sub>4</sub>OH beter peptiseert dan 0,1 M

$\text{NH}_4\text{OH}$ . Hierbij werd telkens uitgegaan van 10 gram grond. De resultaten zijn medegedeeld in tabel 62. De grond werd bovendien uitgewassen tot 1,25 l.

Uit tabel 62 volgt, dat langer koken een duidelijk beter resultaat oplevert. Na 60 minuten koken werd een resultaat verkregen, dat niet veel meer afwijkt van de met de methode-ATTERBERG verkregen resultaten. Het feit, dat de gehalten van de fractie  $< 16 \mu$  niet onbelangrijk groter zijn dan volgens ATTERBERG, maakt het niet onmogelijk, dat ook volgens de methode-ATTERBERG geen maximale peptisatie is verkregen.

Uit het bovenstaande trekke men nu niet direct de conclusie, dat langer koken dan 15 minuten noodzakelijk is. Bij gebruik van andere peptisatoren, nl.  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , zal blijken, dat met 15 minuten koken kan worden volstaan, terwijl de peptisatie zelfs nog beter is dan na 60 minuten koken met 0,04 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Deze grond uit Soedan werd namelijk nog eens onderzocht, waarbij de suspensie 1, 15, 30, 60 en 90 minuten werden gekookt en waarbij 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisatoren werden gevoegd, aangezien bleek, dat deze peptisatoren bij de aangegeven concentraties minstens zoo

TABEL 62

Grondmonster	Kookduur in minuten	0,04 M $\text{NH}_4\text{OH}$ ; uitgewassen tot 1,25 l		
		In % op drogen grond		
		$< 2 \mu$	2-16 $\mu$	$< 16 \mu$
B 7644	1	52,5	22,8	75,3
Grond uit Soedan,	15	52,8	21,7	74,5
Int. monster I	30	56,2	19,4	75,6
$\text{CaCO}_3$ 2,4%; humus 0,7%	60	60,0	16,4	76,4
	ATTERBERG	64,3	8,8	73,1

goed of beter waren dan 0,04 of 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  (zie ook hieronder). Hierbij werd uitgegaan van 10 gram grond; uitgewassen werd gewoon tot 0,8 l en bij gebruik van  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator tevens tot 1,25 l. De resultaten werden medegedeeld in tabel 63.

Uit tabel 63 blijkt, dat het uitwassen tot 1,25 l geen beter resultaat geeft dan tot 0,8 l, waarop reeds eerder de aandacht is gevestigd. We kunnen ons dus beperken tot de resultaten, verkregen met uitwassen tot 0,8 l. Verder blijkt de invloed van een verschillenden kookduur bij beide peptisatoren gering te zijn. De verkregen gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  zijn bij gebruik van 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  bij alle kookduren iets lager dan met  $(\text{COONa})_2$  verkregen. De fractie 2-16  $\mu$  is bij gebruik van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  voor een kookduur van 1 en 15 minuten hoger en bij gebruik van een langeren kookduur lager dan die verkregen met  $(\text{COONa})_2$ . De gehalten van de fractie  $< 16 \mu$  zijn bij alle kookduren bij het gebruik van  $(\text{COONa})_2$  hoger dan bij het gebruik van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator. Bij latere bepalingen, waarbij een serie van 19 grondmonsters werd onderzocht, bleek weer het omgekeerde, zoodat deze

resultaten als toevallig kunnen worden beschouwd. Beide peptisatoren zijn voor dezen grond dus gelijkwaardig; zij zijn voor dezen grond echter wel beter dan  $\text{NH}_4\text{OH}$ , die voor dezen grond onvoldoende resultaten heeft gegeven. Bij het gebruik van  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator is 15 minuten koken

TABEL 63

Resultaten van de analyse van B 7644 (grond uit Soedan) met  $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$  en  $(\text{COONa})_2$  als peptisator, bij verschillende kookduur

Kookduur in minuten	$\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 M als peptisator Uitgewassen tot 0,8 liter			$(\text{COONa})_2$ 0,005 M als peptisator					
				Uitgewassen tot 0,8 liter			Uitgewassen tot 1,25 liter		
	$< 2\mu$	2-16 $\mu$	$< 16\mu$	$< 2\mu$	2-16 $\mu$	$< 16\mu$	$< 2\mu$	2-16 $\mu$	$< 16\mu$
1 . . . . .	60,7	11,5	72,2	61,4	10,5	71,9	59,3	13,4	72,7
1 . . . . .	59,6	11,0	70,6	62,5	9,7	72,2	59,8	12,3	72,1
Gemiddeld . . . . .	60,2	11,2	71,4	62,0	10,1	72,1	59,6	12,8	72,4
Vershil tusschen beide bepalingen .	1,1	0,5	1,6	1,1	0,8	0,3	0,5	1,1	0,6
15 . . . . .	60,7	10,5	72,2	63,3	9,9	73,2	60,9	13,4	74,3
15 . . . . .	59,6	11,8	71,4	62,0	9,1	71,1	61,6	12,1	73,7
Gemiddeld . . . . .	60,2	11,1	71,3	62,7	9,5	72,2	61,3	12,8	74,0
Vershil tusschen beide bepalingen .	1,1	1,3	0,2	1,3	0,8	2,1	0,7	1,3	0,6
30 . . . . .	58,0	12,6	70,6	61,4	12,3	73,7	62,2	8,9	71,1
30 . . . . .	61,2	11,0	72,2	60,9	12,6	73,5	61,9	9,9	71,8
Gemiddeld . . . . .	59,6	11,8	71,4	61,2	12,4	73,6	62,1	9,4	71,5
Vershil tusschen beide bepalingen .	3,2	1,6	1,6	0,5	0,3	0,2	0,3	1,0	0,7
60 . . . . .	58,0	11,5	69,5	59,3	14,2	73,5	60,9	9,6	70,5
60 . . . . .	59,7	10,5	70,2	59,5	13,9	73,4	61,4	8,3	69,7
Gemiddeld . . . . .	58,9	11,0	69,9	59,4	14,1	73,5	61,2	9,0	70,1
Vershil tusschen beide bepalingen .	1,7	1,0	0,7	0,2	0,3	0,1	0,5	1,3	0,8
90 . . . . .	58,0	11,8	69,8	61,2	12,6	73,8	60,1	9,9	70,0
90 . . . . .	59,3	10,5	69,8	60,6	13,4	74,0	61,6	7,8	69,4
Gemiddeld . . . . .	58,7	11,1	69,8	60,9	13,0	73,9	60,9	8,8	69,7
Vershil tusschen beide bepalingen .	1,3	1,3	0	0,6	0,8	0,2	1,5	2,1	0,6
Gemiddeld verschil tusschen 2 bepa- lingen . . . . .	1,7	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	1,4	0,7

Analyse volgens ATTERBERG: 64,3 %  $< 2\mu$ ; 8,8 % 2-16 $\mu$  en 73,1 %  $< 16\mu$ .



zeker voldoende, aangezien bij langer koken de fractie  $< 2 \mu$  neiging heeft te dalen. Hier staat echter weer tegenover, dat het gehalte van de fractie  $2-16 \mu$  en zelfs de fractie  $< 16 \mu$  weer toeneemt met een langeren kookduur. Samengevat blijkt dus, dat de kookduur geen vaststaanden invloed uitoefent.

Bij gebruik van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  0,003 M als peptisator blijkt de fractie  $< 2 \mu$  na langer koken dan 15 minuten af te nemen en de fractie  $< 16 \mu$  na langer dan 30 minuten koken. Het gehalte van de fractie  $2-16 \mu$  blijkt onafhankelijk van den kookduur te zijn. In dat geval is dus aan 1 à 15 minuten koken de voorkeur te geven boven langer koken van de suspensie. Uit de vergelijking

TABEL 64

	Gekookt met $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 Mol.			Gekookt met $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 Mol.			Gekookt met $(\text{COONa})_2$ 0,005 Mol.					
	Kookduur in min.	$2 \mu$ ∇	$2-16 \mu$ ∇	Som $16 \mu$ ∇	Kook- duur in min.	$2 \mu$ ∇	$2-16 \mu$ ∇	Som $16 \mu$ ∇	Kookduur in min.	$2 \mu$ ∇	$2-16 \mu$ ∇	Som $16 \mu$ ∇
1 . . . . .	64,2	15,9	80,1						1 . . . . .	65,6	12,0	77,6
1 . . . . .	64,0	15,9	79,9						1 . . . . .	64,2	11,7	75,9
1 . . . . .	64,0	15,7	79,7						1 . . . . .	65,1	12,5	77,6
Gem. . . . .	64,1	15,8	79,9						Gem. . . . .	65,0	12,1	77,1
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	0,2	0,2	0,4						Max. verschil tusschen 2 bepalingen	1,4	0,8	1,7
15 . . . . .	64,0	14,3	78,3						15 . . . . .	64,5	12,2	76,7
15 . . . . .	64,2	13,8	78,0						15 . . . . .	62,7	13,0	75,7
15 . . . . .	63,8	16,2	80,0						15 . . . . .	65,6	12,5	78,1
Gem. . . . .	64,0	14,8	78,8						Gem. . . . .	64,3	12,6	76,9
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	0,4	2,4	2,0						Max. verschil tusschen 2 bepalingen	2,9	0,8	2,4
30 . . . . .	63,4	13,6	76,8						30 . . . . .	65,3	11,4	76,7
30 . . . . .	63,2	13,6	76,8						30 . . . . .	65,6	12,5	78,1
30 . . . . .	63,2	13,6	76,8						30 . . . . .	62,4	14,9	77,3
Gem. . . . .	63,2	13,6	76,8						Gem. . . . .	64,4	12,9	77,3
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	0	0	0						Max. verschil tusschen 2 bepalingen	3,2	3,5	1,7
60 . . . . .	64,0	15,7	79,7						60 . . . . .	62,7	14,6	77,3
60 . . . . .	64,5	12,8	77,3						60 . . . . .	62,4	16,2	78,6
60 . . . . .	63,2	14,1	77,3						60 . . . . .	63,0	15,4	78,4
Gem. . . . .	63,9	14,2	78,1						Gem. . . . .	62,7	15,4	78,1
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	1,3	2,9	2,4						Max. verschil tusschen 2 bepalingen	0,6	1,6	1,3

 B 17753  
 Leergrond uit Roden (nieuw monster)

TABEL 64 (vervolg)

	Gekookt met $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 Mol.			Gekookt met $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 Mol.			Gekookt met $(\text{COONa})_2$ 0,005 Mol.					
	Kookduur in min.	$2\mu$ ∇	2-16 $\mu$ Som	Kook- duur in min.	$2\mu$ ∇	2-16 $\mu$ Som	Kookduur in min.	$2\mu$ ∇	2-16 $\mu$ Som			
B 17752. Rivierklei uit Haften (nieuw monster)	1 . . . . .	66,8	27,2	94,0	1 . . . . .	66,6	26,2	92,8	1 . . . . .	70,3	22,1	92,4
	1 . . . . .	65,2	27,2	92,4	1 . . . . .	66,4	23,9	90,3	1 . . . . .	67,6	23,4	91,0
	1 . . . . .	65,2	26,4	91,0	1 . . . . .	66,9	25,2	92,1	1 . . . . .	70,3	19,4	89,7
	Gem. . . . .	65,7	26,9	92,6	Gem. . . . .	66,6	25,1	91,7	Gem. . . . .	69,4	21,6	91,0
	Max. verschil tusschen 2 bepalingen	1,6	0,8	2,4		0,5	2,3	2,5		2,7	4,0	2,7
	15 . . . . .	66,5	28,5	95,0	15 . . . . .	67,6	25,2	92,8	15 . . . . .	69,4	21,8	91,2
	15 . . . . .	66,5	25,6	92,1	15 . . . . .	66,9	25,7	92,6	15 . . . . .	68,4	22,4	90,8
	15 . . . . .	65,4	27,7	93,1	15 . . . . .	65,8	25,7	91,5	15 . . . . .	68,4	23,4	91,8
	Gem. . . . .	66,1	27,3	93,4	Gem. . . . .	66,8	25,5	92,3	Gem. . . . .	68,7	22,5	91,3
	Max. verschil tusschen 2 bepalingen	1,1	2,9	2,9		1,8	0,5	1,3		1,0	1,6	1,0
30 . . . . .	64,0	28,5	92,5	30 . . . . .	67,4	22,8	90,2	30 . . . . .	67,0	24,0	91,0	
30 . . . . .	65,2	26,9	92,1	30 . . . . .	67,7	24,4	92,1	30 . . . . .	67,6	24,2	91,8	
30 . . . . .	64,4	27,5	91,9	30 . . . . .	67,7	23,0	90,7	30 . . . . .	69,2	23,2	92,4	
Gem. . . . .	64,5	27,6	92,1	Gem. . . . .	67,6	23,4	91,0	Gem. . . . .	67,9	23,8	91,7	
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	0,8	1,6	0,6		0,3	1,6	1,9		1,6	1,0	1,4	
60 . . . . .	66,8	24,2	91,0	60 . . . . .	67,2	23,6	90,8	60 . . . . .	68,1	25,0	93,1	
50 . . . . .	64,0	27,5	91,5	60 . . . . .	66,4	24,9	91,3	60 . . . . .	67,3	24,2	91,5	
60 . . . . .	64,6	27,5	92,1	60 . . . . .	66,4	23,9	90,3	60 . . . . .	68,4	23,5	91,9	
Gem. . . . .	65,1	26,4	91,5	Gem. . . . .	66,7	24,1	90,8	Gem. . . . .	67,9	24,2	92,2	
Max. verschil tusschen 2 bepalingen	2,8	3,3	1,1		0,8	1,3	1,0		1,1	1,5	1,6	

met de resultaten volgens de methode-ATTERBERG verkregen, blijkt tevens, dat de maximale peptisatie is verkregen. Men vergeet immers niet, dat de gloeirest (4,6 %) waarschijnlijk geheel of althans grootendeels bij de fractie  $< 2\mu$  moet worden opgeteld.

Uit tabel 57 blijkt verder, dat bij gebruik van 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  bij 15 minuten koken en met 20 gram grond de volgende gehalten werden verkregen: 62,2 % van de fractie  $< 2\mu$ ; 11,2 % van de fractie 2-16  $\mu$  en 73,4 % van de fractie  $< 16\mu$ , terwijl de gloeirest 4,4 % bedraagt.

Ten slotte werd nog een tweetal gronden, nl. de grondmonsters 17 B 752 en 17 B 753 bij gebruik van 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (gedeeltelijk in zesvoud)

en 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  (in triplo) als peptisatoren onderzocht, waarbij telkens van 10 gram grond werd uitgegaan en waarbij de suspensie 1, 15, 30 en 60 minuten werd gekookt. De resultaten zijn medegedeeld in tabel 64.

Voor het grondmonster 17 B 753 blijkt de kookduur bij het gebruik van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  0,003 M als peptisator geen invloed te hebben gehad, aangezien de verschillen binnen de foutengrenzen liggen. Dit zelfde geldt voor het geval, dat  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator wordt gebruikt, afgezien mogelijk van 60 minuten koken. In dit laatste geval is de fractie  $< 2 \mu$  merkbaar kleiner en de fractie 2—16  $\mu$  merkbaar groter dan bij kortere kooktijden, zoodat een lichte coagulatie hier kan zijn ingetreden.

Voor het grondmonster B 17752 blijkt, dat noch met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  noch met  $(\text{COONa})_2$  als peptisator de kookduur eenigen invloed uitoefent, zij het dan ook, dat bij een kookduur van 1 en 15 minuten het gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  iets groter is en van de fractie 2—16  $\mu$  iets kleiner is dan bij langere kooktijden.

Vat men de verkregen resultaten samen, dan blijkt dus, dat met een langeren kookduur dan 15 minuten geen betere en zelfs verschillende malen iets minder goede resultaten zijn verkregen, mits de beste peptisatoren (denk om den grond uit Soedan) worden gebruikt. Aangezien verder bij enkele gronden na 1 minuut koken iets te lage waarden van de fractie  $< 2 \mu$  werden verkregen, kan dus het beste een kooktijd van de suspensie van 15 minuten worden aangehouden.

In verband met de tabel 64 moge hier nog worden opgemerkt, dat er niet veel verschil in uitkomsten met de laatstgenoemde peptisatoren zijn verkregen. De verkregen verschillen liggen binnen de foutengrenzen, met uitzondering wellicht van het feit, dat met  $(\text{COONa})_2$  na 1 en 15 minuten koken bij het grondmonster 17 B 752 iets hogere gehalten aan de fractie  $< 2 \mu$  werden verkregen dan met 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ; het gehalte van de fractie 2—16  $\mu$  was in het eerste geval weer zooveel lager, dat de gehalten van de fractie  $< 16 \mu$  weer gelijk (practisch gelijk) waren (vergelijk 2e serie met 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator met de resultaten, verkregen met  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator). Bij de eerste serie werden hogere gehalten van de fractie  $< 16 \mu$  gevonden, hetgeen dus een toevalligheid kan zijn. Dat dit toch niet geheel het geval is, blijkt uit de bepaling van de fracties  $< 2 \mu$ , 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  van het grondmonster 17 B 752 in 12-voud, waarbij van 10 gram grond werd uitgegaan, de suspensie 15 minuten werd gekookt en 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator werd gebruikt. De resultaten daarvan zijn in tabel 65 aangegeven.

Uit tabel 65 volgt, dat de gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  schommelen tusschen 66,5 en 68,7 %, van de fractie 2—16  $\mu$  tusschen 23,2 en 28,6 % en van de fractie  $< 16 \mu$  tusschen 91,6 en 95,6 %. Vergelijken we deze resultaten, verkregen met 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator, waarbij de suspensie 15 minuten gekookt werd, dan blijkt, dat het gehalte van de fracties  $< 2 \mu$  bij het gebruik van 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  groter is dan bij het gebruik van 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator. De fracties 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  zijn in het eerste geval lager dan in het tweede geval. De verschillen zijn echter gering. Hierop zal worden teruggekomen.

Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat hieronder ook nog eenige proefnemingen besproken zullen worden met verschillende peptisatoren en in verschillende concentraties, waarbij de suspensie 1 en 15 minuten werden gekookt. Hieruit zal eveneens blijken, dat na 15 minuten koken soms iets betere resultaten verkregen werden, zoodat ook hieruit volgt, *dat aan 15 minuten koken van de suspensie, nadat deze dus van een peptisator is voorzien, de voorkeur moet worden gegeven.*

TABEL 65

15 minuten gekookt met 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Grondmonster  
17 B 752

Gehalten in % op drogen grond		
< 2 $\mu$	2-16 $\mu$	< 16 $\mu$
67,0	25,0	92,0
66,8	25,6	92,4
68,7	24,2	92,9
67,6	25,8	93,4
68,4	23,2	91,6
66,5	25,8	92,3
66,8	28,0	94,8
67,3	26,1	93,4
66,8	26,9	93,7
67,6	28,0	95,6
67,0	28,3	95,3
66,5	28,6	95,1
Gem. 67,3	26,3	93,6
M. f. van 1 bepaling . . . . .	0,72	1,12
Max. afwijking van 2 bep. 2,2	5,4	4,0

d. De invloed van verschillende peptisatoren in verschillende concentraties op de peptisatie.

Is hiervoor reeds een enkele opmerking gemaakt over den invloed van verschillende peptisatoren en soms ook over denzelfden peptisator in verschillende concentraties, hieronder zullen nu de resultaten van de meer systematisch opgezette onderzoekingen op dit gebied worden medegedeeld.

Als peptisatoren werden onderzocht:  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en  $(\text{COONa})_2$ .

Als een voordeel van  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator wordt vaak genoemd, dat hiervoor geen correctie<sup>192)</sup> noodig is, aangezien hiervan bij indampen tot droog niets overblijft, terwijl dit bij de andere peptisatoren wel het geval is. Aangezien deze laatste peptisatoren vaak hygroscopisch zijn, beteekent dit mogelijk een bron van fouten, die des te grooter is, naarmate de correctie grooter is, of dus bij denzelfden peptisator de toegepaste concentratie hooger is.

<sup>192)</sup> In 20 cc suspensie, die uit de suspensie is gepipeteerd, bevindt zich immers naast de minerale deeltjes ook de peptisator, waarvan het gewicht van het totaal-gewicht droge stof moet worden afgetrokken om het gewicht aan de minerale korrels te verkrijgen.

Hieruit volgt reeds, dat om de laatstgenoemde reden de concentratie van de peptisatoren liefst zoo klein mogelijk moet zijn <sup>193)</sup>.

Van te voren was nagegaan, of uit oplossingen van de betreffende peptisatoren in gedestilleerd water in de betreffende concentraties na uitpipeteeren van 20 cc, na indampen tot droog en vervolgens verhitten tot  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  in een droogstoof gedurende denzelfden tijd als de ingedampte suspensie, de theoretische hoeveelheid wordt bepaald. Dit bleek binnen bepaalde foutengrenzen inderdaad het geval te zijn. In overeenstemming met wat hierover in de literatuur vermeld staat, bevat natriumpyrophosphaat dan geen kristalwater meer. In het vervolg zijn dan ook de theoretische hoeveelheden voor het aanbrengen van de correcties aangehouden. Om de grootte-orde van deze correcties aan te toonen, werden deze berekend in procenten op 10 gram grond, d.w.z. op de hoeveelheid grond, waarbij van de in de tabellen 66a en 66b genoemde analyses was uitgegaan.

Boven is opgemerkt, dat  $\text{NH}_4\text{OH}$  dit voordeel boven andere peptisatoren zou hebben, dat hier geen correctie noodig is. Men kan zich echter afvragen, of door uitwisseling met andere ionen toch niet een zekere adsorptie optreedt, waardoor het juist niet goed zou zijn in het geheel geen correctie aan te brengen. Om dit na te gaan werd de volgende proef genomen.

Alvorens hierop in te gaan, is het wellicht van belang op te merken, dat voor de andere peptisatoren op deze wijze geen fout kan worden gemaakt, aangezien de bijgevoegde hoeveelheid later ook weer van de gewogen hoeveelheid fractie wordt afgetrokken. Wisselen bijv.  $\text{Ca}^{++}$ -ionen uit, dan worden deze in de gloei-rest in aanmerking genomen, waardoor dus evenmin een fout kan worden gemaakt.

Het grondmonster B 833 (fractie  $< 16 \mu =$  rond 80 %) werd in duplo op de gewone wijze voorbereid en uitgewasschen, waarbij van 10 gram grond werd uitgegaan. De grond werd daarna in een groote porceleinen schaal overgespoeld, gedeeltelijk ingedampt op een waterbad, overgebracht in een kleine porceleinen schaal, ingedampt tot droog en in een droogstoof bij  $105^{\circ}\text{C}$  gedurende 4 uur nagedroogd. Deze schaalpjes werden nu in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld en gewogen. De aldus verkregen hoeveelheid grond zal „A” worden genoemd. Deze grond werd nu nogmaals 4 uur in een droogstoof bij  $105^{\circ}\text{C}$  gedroogd en in een vacuum exsiccator boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  afgekoeld. Vlak voor het wegen werd met behulp van geconcentreerd  $\text{H}_2\text{SO}_4$  gedroogde lucht in den exsiccator toegelaten. Deze hoeveelheid grond zal „A<sup>1</sup>” genoemd worden. Daarna werd aan de schaalpjes evenveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  toegevoegd, als ook bij de analyse, waarbij 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator werd gebruikt, het geval was. De grond werd daarbij met een staafje in de schaalpjes rond geroerd en op een waterbad tot bijna droog ingedampt. Hierna werd nog eens zooveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  toegevoegd als ook bij de analyses het geval is om de verdampde hoeveelheid tijdens het koken en afkoelen van de suspensie weer te vervangen. De schaalpjes werden nu op het waterbad tot droog

<sup>193)</sup> Om den invloed van de elektrische lading op de bezinkingssnelheid te kunnen elimineeren, moet de concentratie van deze peptisatoren ook weer niet te klein zijn. Dit is bij de uiteindelijk aangehouden concentraties zelfs niet het geval, indien de fractie  $< 0,02\mu$  zou worden bepaald. Hierop zal dan ook niet worden teruggekomen.

ingedampt, vervolgens weer gedurende 4 uur in een droogstoof bij 105° C nagedroogd en in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld en gewogen. De aldus gewogen hoeveelheid grond zal „B” worden genoemd. Deze schaaltes werden daarna weer in een droogstoof gedurende 4 uur gedroogd, echter nu in een vacuum exsiccator boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  afgekoeld en gewogen. Deze hoeveelheid grond zal „B<sup>1</sup>” worden genoemd. Beperken we ons hier tot de vraag, in hoeverre het gewicht van den grond door de behandeling met  $\text{NH}_4\text{OH}$  is veranderd, dan blijkt het volgende:

I. Boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld:

Eerste bepaling	Tweede bepaling
B = 8,877 gram	B = 8,879 gram
A = 8,889 „	A = 8,897 „
Toename = -0,012 „	Toename = -0,018 „

II. Boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  in vacuum afgekoeld:

Eerste bepaling	Tweede bepaling
B <sup>1</sup> = 8,804 gram	B <sup>1</sup> = 8,807 gram
A <sup>1</sup> = 8,790 „	A <sup>1</sup> = 8,799 „
Toename = +0,014 „	Toename = +0,008 „

Uit het bovenstaande volgt, dat in geval I het gewicht grond door de  $\text{NH}_4\text{OH}$ -behandeling iets is afgenomen. Dit is uiteraard onmogelijk. De verandering in het gewicht ligt dan ook binnen de foutengrenzen. In geval II is het gewicht iets toegenomen, echter zoo weinig, dat deze eveneens binnen de foutengrenzen ligt. Hieruit volgt dan ook, dat bij het gebruik van  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator hoogstens adsorptie tot een te verwaarloozen hoeveelheid optreedt, of dat althans de geadsorbeerde  $\text{NH}_4^+$ -ionen bij het drogen op 105° C verdwijnen. Hieruit volgt dus tevens, dat  $\text{NH}_4\text{OH}$  het voordeel boven andere peptisatoren behoudt, dat geen correctie behoeft te worden aangebracht.

Om nu den invloed van verschillende peptisatoren na te gaan, werd eerst geprobeerd door gewone uitvlokkingsproeven na te gaan aan welke concentratie van den betreffenden peptisator de voorkeur moet worden gegeven. Hierbij bleek echter, dat de concentratie van den betreffenden peptisator belangrijk uiteen kan loopen, zonder dat op het oog was na te gaan bij welke concentratie de beste peptisatie verkregen werd. Deze proefnemingen werden dan ook stopgezet; deze werden in kwantitatieven zin herhaald.

Hiervoor werd een tweetal gronden, nl. 17 B 752 en 17 B 753, genomen, waarbij na de gewone voorbereiking (uitgegaan werd van 10 gram grond) na uitwasschen en natzeven van den grond de suspensie tot bijna 1 l werd verdund en gedurende 1 minuut gekookt, nadat de betreffende peptisator in de aangegeven concentratie was toegevoegd. Na afkoeling werd de suspensie in de cilindres gebracht en aangevuld tot 1 l. Dezelfde bepalingen werden ook verricht, waarbij de suspensie gedurende 15 minuten werd gekookt. Voor zooverre  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator werd gebruikt, werd de tijdens het koken van den suspensie verdampte hoeveelheid weer aangevuld. De resultaten van deze bepaling zijn in tabel 66a en 66b vermeld.

TABEL 66a

De suspensie werd

Grondmonster	NH <sub>4</sub> OH			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		
	Concentratie in M/l	% op drogen grond		Concentratie in M/l	% op drogen grond	
		Correctie	Fractie		Correctie	Fractie
B 17753 Leemgrond uit Roden CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 5,2%	Fractie kleiner dan 2 μ					
	0,01	0	63,5	0,001	1,1	66,1
	0,04	0	63,8	0,003	3,2	63,5 *)
	0,07	0	64,2	0,007	7,4	59,3 *)
	0,10	0	63,0	0,010	10,6	60,0 *)
	*) Kluitjes (reeds vóór toevoeging peptisator, die echter zeer moeilijk konden worden opgelost).					
	Analyse volgens ATTERBERG 64,8 %					
	Fractie 2-16 μ					
	0,01	0	16,4	0,001	1,1	11,7
	0,04	0	17,0	0,003	3,2	14,0
	0,07	0	15,6	0,007	7,4	16,4
	0,10	0	17,2	0,010	10,6	20,1
Analyse volgens ATTERBERG 14,4%						
Fractie kleiner dan 16 μ						
0,01	0	79,9	0,001	1,1	77,8	
0,04	0	80,8	0,003	3,2	77,5	
0,07	0	79,8	0,007	7,4	75,7	
0,10	0	80,2	0,010	10,6	80,1	
Analyse volgens ATTERBERG 79,2%						
B 17752 Rivierkleigrond uit Haaften CaCO <sub>3</sub> 0,2% Humus 2,1%	Fractie kleiner dan 2 μ					
	0,01	0	65,2	0,001	1,1	61,2
	0,04	0	64,4	0,003	3,2	60,0
	0,07	0	63,1	0,007	7,4	63,3
	0,10	0	64,6	0,010	10,6	60,7
	Analyse volgens ATTERBERG 64,8%					
	Fractie 2-16 μ					
	0,01	0	25,3	0,001	1,1	29,7
	0,04	0	22,2	0,003	3,2	31,1
	0,07	0	25,6	0,007	7,4	29,2
	0,10	0	29,2	0,010	10,6	30,6
	Analyse volgens ATTERBERG 23,6%					
Fractie kleiner dan 16 μ						
0,01	0	90,5	0,001	1,1	90,9	
0,04	0	86,6	0,003	3,2	91,1	
0,07	0	88,7	0,007	7,4	92,5	
0,10	0	93,8	0,010	10,6	91,3	
Analyse volgens ATTERBERG 88,4%						

1 minuut gekookt

Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>			(COONa) <sub>2</sub>		
Concentratie in M/l	% op drogen grond		Concentratie in M/l	% op drogen grond		Concentratie in M/l	% op drogen grond	
	Correctie	Fractie		Correctie	Fractie		Correctie	Fractie
Fractie kleiner dan 2 μ								
0,001	0,7	62,5	0,001	2,7	63,1	0,001	1,3	63,9
0,003	2,2	62,2	0,002	5,3	61,8	0,003	4,0	64,0
0,007	5,2	61,7	0,003	8,0	61,6	0,007	9,4	64,9
0,010	7,4	62,7	0,005	13,3	61,6	0,010	13,4	64,9
Analyse volgens ATTERBERG 64,8%								
Fractie 2-16 μ								
0,001	0,7	15,6	0,001	2,7	14,0	0,001	1,3	18,3
0,003	2,2	14,4	0,002	5,3	16,7	0,003	4,0	20,9
0,007	5,2	15,1	0,003	8,0	14,0	0,007	9,4	13,5
0,010	7,4	13,3	0,005	13,3	15,8	0,010	13,4	14,6
Analyse volgens ATTERBERG 14,4%								
Fractie kleiner dan 16 μ								
0,001	0,7	78,1	0,001	2,7	77,1	0,001	1,3	82,2
0,003	2,2	76,6	0,002	5,3	78,5	0,003	4,0	84,9
0,007	5,2	76,8	0,003	8,0	75,6	0,007	9,4	78,4
0,010	7,4	76,0	0,005	13,3	77,4	0,010	13,4	79,5
Analyse volgens ATTERBERG 79,2%								
Fractie kleiner dan 2 μ								
0,001	0,7	63,3	0,001	2,7	60,4	0,001	1,3	64,0
0,003	2,2	67,6	0,002	5,3	61,1	0,003	4,0	66,8
0,007	5,2	63,3	0,003	8,0	61,9	0,007	9,4	68,8
0,010	7,4	63,6	0,005	13,3	62,7	0,010	13,4	70,9
Analyse volgens ATTERBERG 64,8%								
Fractie 2-16 μ								
0,001	0,7	28,5	0,001	2,7	25,2	0,001	1,3	23,2
0,003	2,2	22,3	0,002	5,3	24,3	0,003	4,0	24,0
0,007	5,2	24,3	0,003	8,0	22,0	0,007	9,4	24,0
0,010	7,4	27,4	0,005	13,3	19,0	0,010	13,4	23,0
Analyse volgens ATTERBERG 23,6%								
Fractie kleiner dan 16 μ								
0,001	0,7	91,8	0,001	2,7	85,6	0,001	1,3	87,2
0,003	2,2	89,9	0,002	5,3	85,4	0,003	4,0	90,8
0,007	5,2	87,6	0,003	8,0	83,9	0,007	9,4	92,8
0,010	7,4	91,0	0,005	13,3	81,7	0,010	13,4	93,9
Analyse volgens ATTERBERG 88,4%								



TABEL 66b

De suspensie werd

Grondmonster	NH <sub>4</sub> OH			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		
	Concentratie in M/l	% op drogen grond		Concentratie in M/l	% op drogen grond	
		Correctie	Fractie		Correctie	Fractie
B 17753 Leemgrond uit Roden CaCO <sub>3</sub> 0 % Humus 5,2%	Fractie kleiner dan 2 μ					
	0,01	0	64,8	0,001	1,1	65,9
	0,04	0	65,3	0,003	3,2	64,8
	0,07	0	64,8	0,007	7,4	65,1
	0,10	0	64,3	0,010	10,6	64,2 *)
	*) Na koken met Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> en Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ontstonden kluitjes, die moeilijk konden worden opgelost.					
	Analyse volgens ATTERBERG 64,8%					
	Fractie 2-16 μ					
	0,01	0	17,8	0,001	1,1	16,0
	0,04	0	16,5	0,003	3,2	14,7
0,07	0	16,5	0,007	7,4	13,7	
0,10	0	16,0	0,010	10,6	17,8	
Analyse volgens ATTERBERG 14,4%						
Fractie kleiner dan 16 μ						
0,01	0	82,6	0,001	1,1	81,9	
0,04	0	81,8	0,003	3,2	79,5	
0,07	0	81,3	0,007	7,4	78,8	
0,10	0	80,3	0,010	10,6	79,0	
Analyse volgens ATTERBERG 79,2%						
B 17752 Rivierklei uit Haften CaCO <sub>3</sub> 0,2% Humus 2,1%	Fractie kleiner dan 2 μ					
	0,01	0	65,7	0,001	1,1	66,2
	0,04	0	65,7	0,003	3,2	67,3
	0,07	0	66,0	0,007	7,4	66,5
	0,10	0	66,2	0,010	10,6	65,4
	Analyse volgens ATTERBERG 64,8%					
	Fractie 2-16 μ					
	0,01	0	28,7	0,001	1,1	25,3
	0,04	0	26,6	0,003	3,2	23,7
	0,07	0	24,2	0,007	7,4	24,5
0,10	0	25,3	0,010	10,6	27,4	
Analyse volgens ATTERBERG 23,6 %						
Fractie kleiner dan 16 μ						
0,01	0	94,4	0,001	1,1	91,5	
0,04	0	92,3	0,003	3,2	91,0	
0,07	0	90,2	0,007	7,4	91,0	
0,10	0	91,5	0,010	10,6	92,8	
Analyse volgens ATTERBERG 88,4%						

15 minuten gekookt

Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>			(COONa) <sub>2</sub>		
Concen- tratie in M/l	% op drogen grond		Concen- tratie in M/l	% op drogen grond		Concen- tratie in M/l	% op drogen grond	
	Correctie	Fractie		Correctie	Fractie		Correctie	Fractie
Fractie kleiner dan 2 μ								
0,001	0,7	65,6	0,001	2,7	67,2	0,001	1,3	66,4
0,003	2,2	67,0	0,002	5,3	64,2	0,003	4,0	65,6
0,007	5,2	65,1	0,003	8,0	65,3	0,007	9,4	66,0
0,010	7,4	62,5 *)	0,005	13,3	65,9	0,010	13,4	65,3
*) Na koken met Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> en Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ontstonden kluitjes, die moeilijk konden worden opgelost.								
Analyse volgens ATTERBERG 64,8%								
Fractie 2-16 μ								
0,001	0,7	11,2	0,001	2,7	12,9	0,001	1,3	14,9
0,003	2,2	14,2	0,002	5,3	16,0	0,003	4,0	15,5
0,007	5,2	13,6	0,003	8,0	15,7	0,007	9,4	15,2
0,010	7,4	19,7	0,005	13,3	12,9	0,010	13,4	16,0
Analyse volgens ATTERBERG 14,4%								
Fractie kleiner dan 16 μ								
0,001	0,7	80,8	0,001	2,7	80,1	0,001	1,3	81,3
0,003	2,2	81,2	0,002	5,3	80,2	0,003	4,0	81,1
0,007	5,2	78,7	0,003	8,0	81,0	0,007	9,4	81,2
0,010	7,4	82,2	0,005	13,3	78,8	0,010	13,4	81,3
Analyse volgens ATTERBERG 79,2%								
Fractie kleiner dan 2 μ								
0,001	0,7	66,0	0,001	2,7	64,7	0,001	1,3	64,9
0,003	2,2	65,1	0,002	5,3	67,5	0,003	4,0	69,4
0,007	5,2	66,8	0,003	8,0	71,6	0,007	9,4	68,6
0,010	7,4	67,9	0,005	13,3	70,7	0,010	13,4	69,0
Analyse volgens ATTERBERG 64,8%								
Fractie 2-16 μ								
0,001	0,7	26,1	0,001	2,7	22,9	0,001	1,3	24,2
0,003	2,2	26,6	0,002	5,3	23,7	0,003	4,0	22,3
0,007	5,2	24,7	0,003	8,0	20,8	0,007	9,4	20,5
0,010	7,4	21,5	0,005	13,3	21,0	0,010	13,4	21,8
Analyse volgens ATTERBERG 23,6%								
Fractie kleiner dan 16 μ								
0,001	0,7	92,1	0,001	2,7	87,6	0,001	1,3	89,1
0,003	2,2	91,7	0,002	5,3	91,2	0,003	4,0	91,7
0,007	5,2	91,5	0,003	8,0	92,4	0,007	9,4	89,1
0,010	7,4	89,4	0,005	13,3	91,7	0,010	13,4	90,8
Analyse volgens ATTERBERG 88,4%								

Uit de tabellen 66a en 66b blijkt, dat, afgezien van  $\text{NH}_4\text{OH}$ , waarvoor de correctie nul is, de correcties voor de hoogste concentraties van alle andere peptisatoren zoo groot zijn, dat deze concentraties zoo mogelijk vermeden moeten worden. Dit is vooral het geval, indien gronden met slechts geringe slibgehalten worden onderzocht, waarbij de ongecorrigeerde waarden dan maar weinig groter zijn dan de correcties zelf hedragen. In de tweede plaats kan worden opgemerkt, dat het gehalte aan de fractie 2—16  $\mu$  verkregen wordt door de gehalten van de (ongecorrigeerde) fracties  $< 16 \mu$  en  $< 2 \mu$  van elkaar af te trekken, aangezien zich immers in beide gevallen in de 20 cc gepipeteerde suspensie evenveel peptisator bevindt. Hierbij valt de correctie dus weg. In het algemeen kan men dan ook zeggen, dat alleen voor het gehalte van de fijnste bepaalde fractie, hoe fijn deze ook moge zijn, de correctie van belang is. Dit neemt uiteraard niet weg, dat de concentratie van den peptisator liefst zoo klein mogelijk moet zijn.

Beschouwen we nu eerst tabel 66a (1 minuut koken), dan blijkt  $\text{NH}_4\text{OH}$  de beide gronden in alle gebruikte concentraties in gelijke mate te peptiseeren. De onderlinge verschillen liggen binnen de foutengrenzen, aangezien de resultaten, verkregen met 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ , bij het grondmonster 17 B 752, nl. 29,2 % van de fractie 2—16  $\mu$  en 93,8 % van de fractie  $< 16 \mu$ , een toevalligheid zijn; vergelijk de in tabel 64 vermelde onderzoekingen, waarbij dergelijke verschillen voorkomen. Ook komen deze gehalten vrijwel overeen met die volgens de methode-ATTERBERG bepaald.

Beschouwen we nu tabel 66b (15 minuten gekookt), dan blijkt ( $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator), de peptisatie van het grondmonster 17 B 752 na 15 minuten koken beter te zijn dan na 1 minuut koken<sup>195</sup>). Verder blijkt ook hier, dat voor beide gronden en voor alle fracties, onafhankelijk van de gebruikte concentratie, dezelfde resultaten zijn verkregen. De iets afwijkende waarden voor het grondmonster 17 B 752 voor de fracties 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$ , indien 0,01 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  wordt gebruikt, zijn toevalligheden (zie hiervoor). Reeds eerder is ons echter gebleken, dat 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  bij andere gronden (vergelijk tabel 61) betere resultaten geeft dan 0,04 M  $\text{NH}_4\text{OH}$ , waarom, indien  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator wordt gebruikt, dan ook aan 0,1 M de voorkeur moet worden gegeven.

Gaan we nu na hoe het staat met de andere peptisatoren, dan blijkt, dat voor beide gronden of een gelijke of een betere peptisatie wordt verkregen, indien 15 minuten dan indien 1 minuut wordt gekookt. Zoo is het, met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator bij beide grondmonsters verkregen, gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  belangrijk hooger, indien 15 minuten dan indien de suspensie slechts 1 minuut wordt gekookt. Hetzelfde geldt voor de fractie  $< 2 \mu$  van het monster 17 B 753, indien  $(\text{COONa})_2$  als peptisator wordt gebruikt. Hieruit blijkt, dat de resultaten, verkregen na 15 minuten koken van de suspensie, beter zijn dan na 1 minuut koken en derhalve aan 15 minuten koken van de suspensie de voorkeur moet worden gegeven. We kunnen ons dan ook tot tabel 66b beperken.

Uit tabel 66b blijkt nu, dat met  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  als peptisator bij 0,01 M te lage gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  van den grond 17 B 753 werden verkregen. Voor de andere concentraties en voor den grond 17 B 752 voor alle concentraties

<sup>195</sup>) Hieruit volgt dus nog eens, dat 15 minuten koken beter is dan 1 minuut koken.

lagen de verschillen tusschen de verkregen gehalten binnen de foutengrenzen. De verkregen gehalten van de fractie 2—16  $\mu$  van beide grondmonsters wijken tamelijk uiteen, welk feit vermoedelijk een toevalligheid is, behalve mogelijk voor het grondmonster 17 B 753 met 0,01 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  als peptisator, waarvan het afwijkende hooge gehalte van deze fractie een gevolg kan zijn van een lichte coagulatie. De verkregen gehalten van de fractie  $< 16 \mu$  zijn voor beide gronden en voor alle concentraties weer binnen de foutengrenzen gelijk. Indien men dus  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  als peptisator wil gebruiken, moet de concentratie kleiner zijn dan 0,01 M. Wellicht zou een concentratie van 0,005 M (0,01 N) de meest geschikte concentratie zijn.

Beschouwen we nu de resultaten, verkregen met verschillende concentraties van  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  als peptisator, dan blijkt uit tabel 66, dat ook hier bij gebruik van 0,01 M bij 17 B 753 een lichte coagulatie is opgetreden. De gehalten aan de fracties  $< 2 \mu$ , 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  lopen bij de andere concentraties bij het grondmonster 17 B 753 en bij alle concentraties bij het grondmonster 17 B 752 weinig uiteen. Het gehalte aan de fractie 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  bij het grondmonster 17 B 752 is echter afwijkend hoog. Indien men dus  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  als peptisator zou willen gebruiken, moet de concentratie daarvan kleiner zijn dan 0,01 M. Wellicht is 0,005 M (0,01 N) hier de meest geschikte concentratie.

Ten opzichte van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator blijkt, dat van het grondmonster 17 B 753 met 0,001 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator het gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$  afwijkend hoog is. Dit is echter vermoedelijk een toevalligheid. Voor de andere concentraties werd geen verschil in de gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  gevonden. Voor de fracties 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  werden geen vaststaande onderlinge verschillen gevonden. Die, welke aangetroffen zijn in de gehalten van de fracties 2—16  $\mu$ , zijn waarschijnlijk toevalligheden. Voor het grondmonster 17 B 752 blijkt 0,001 M te lage waarden te geven. De verschillen bij de overige concentraties zijn waarschijnlijk toevalligheden, aangezien uit tabel 65 blijkt — hierin is de grond met 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  onderzocht, waarbij de suspensie 15 minuten werd gekookt —, dat het gemiddelde gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$  uit 12 herhalingen 67,3 % is. Ook het gehalte aan de fractie  $< 16 \mu$  is voor 0,001 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  te laag. Voor de overige concentraties en de gehalten van de fractie 2—16  $\mu$  voor alle concentraties liggen deze verschillen binnen de foutengrenzen. Bij gebruik van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator moet de concentratie dus grooter zijn dan 0,001 M, terwijl de correctie van 0,005 M reeds groot is. Om deze reden werd dan ook aan 0,003 M de voorkeur gegeven.

Tenslotte blijkt bij gebruik van  $(\text{COONa})_2$  als peptisator, dat bij het grondmonster 17 B 753 de bepaalde gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ , 2—16  $\mu$  en  $< 16 \mu$  voor alle concentraties gelijk zijn. Opvallend zijn hier de geringe onderlinge verschillen en het ontbreken van onregelmatigheden. Voor het grondmonster 17 B 752 geeft 0,001 M te lage gehalten van de fractie  $< 2 \mu$ . De peptisatie is daarbij dus onvoldoende geweest, hetgeen ook blijkt uit het afwijkend hooge gehalte van de fractie 2—16  $\mu$ . Voor de andere concentraties zijn de verkregen gehalten weer zeer weinig verschillend, zij het dan ook oplopend met een toenemende concentratie aan  $(\text{COONa})_2$ . Dit laatste is een toevalligheid, hetgeen blijkt uit tabel 64, waar met 0,005 M

(COONa)<sub>2</sub> gemiddeld 69,4 % fractie < 2 μ werd bepaald en bij de afzonderlijke bepalingen tot 70,3 % toe. De concentratie van (COONa)<sub>2</sub> moet dus grooter zijn dan 0,001 M. Aangezien de correctie bij het gebruik van 0,007 M reeds vrij hoog is, werd 0,005 M aangehouden. Hierbij kan worden opgemerkt, dat de regelmatige cijfers, die met (COONa)<sub>2</sub> als peptisator zijn verkregen, ook bij latere onderzoekingen, die hieronder besproken zullen worden, zijn waargenomen. Dit is ongetwijfeld een van de aangenaamste eigenschappen van dezen peptisator, waarom deze later dan ook als de uiteindelijke te gebruiken peptisator is gekozen.

Vergelijken we nu de met de verschillende peptisatoren verkregen resultaten onderling en laten we daarbij afwijkende cijfers buiten beschouwing, dan blijkt, dat voor het grondmonster 17 B 753 alle peptisatoren vrijwel alle dezelfde resultaten hebben gegeven. Bij het grondmonster 17 B 752 geven zoowel Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> als (COONa)<sub>2</sub> hogere gehalten aan de fractie < 2 μ dan NH<sub>4</sub>OH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> of Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Ofschoon er niet veel verschil bestaat, zijn toch blijkbaar Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> en (COONa)<sub>2</sub> de beste peptisatoren. Ook voor den grond uit Soedan blijken Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> en (COONa)<sub>2</sub> betere peptisatoren te zijn dan NH<sub>4</sub>OH; vergelijk bijv. de in tabel 62 en 63 vermelde resultaten<sup>196)</sup>. Er is geen enkele reden de onderzoekingen met Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> of Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> voort te zetten. NH<sub>4</sub>OH heeft het voordeel, dat geen correctie noodig is. De verdere onderzoekingen om uit te maken aan welken peptisator de voorkeur dient te worden gegeven, zijn dan ook beperkt gebleven tot onderzoekingen met 0,1 M NH<sub>4</sub>OH, 0,003 M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> en 0,005 M (COONa)<sub>2</sub> als peptisatoren.

Bij het voorgaande moet echter worden opgemerkt, dat het verrichte aantal onderzoekingen om dit na te gaan betrekkelijk beperkt is geweest, hetgeen samenhangt met de langdurigheid van dergelijke onderzoekingen. De mogelijkheid bestaat dus, dat voor bepaalde, niet onderzochte grondmonsters andere concentraties van de hiergenoemde peptisatoren betere resultaten zullen geven dan de hier gebruikte, ofschoon dit niet waarschijnlijk lijkt. Verder bestaat de mogelijkheid, dat voor verschillende grondmonsters verschillende peptisatoren de beste resultaten zullen geven. Gelukkig zal nog blijken, dat het verschil in resultaten tusschen de 3 gebruikte peptisatoren gering is, echter één bepaalde peptisator kleinere verschillen tusschen de dublobepalingen geeft dan de andere, of dus nauwkeuriger resultaten geeft, zoodat aan dezen peptisator de voorkeur moet worden gegeven.

Om het bovenstaande na te gaan en aan te toonen, werden bij een 19-tal grondmonsters bepalingen in duplo verricht, waarbij de suspensie 15 minuten werd gekookt en waarbij 0,1 M NH<sub>4</sub>OH, 0,003 M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> en 0,005 M (COONa)<sub>2</sub> als peptisatoren werden gebruikt. Hierbij werd uitgegaan van 10 gram grond. De maaswijdte van de zeef, die voor het natzeven werd gebruikt, was 35 ± 2 μ. De gloeirest werd bepaald door uit te gaan van 50 cc van de waschvloeistof (tot precies 1 liter verdund). Een correctie van 0,5 % voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van het H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> werd in rekening gebracht. De resultaten van de afzonderlijke analyses werden voor de peptisatoren NH<sub>4</sub>OH, (COONa)<sub>2</sub> en Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> resp.

<sup>196)</sup> Het is niet onmogelijk, dat dit voor alle ijzeroxyde houdende gronden geldt, aangezien zoowel Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> als (COONa)<sub>2</sub> het ijzeroxyde aantast.

TABEL 67a

De suspensies zijn 15 minuten gekookt met  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 Mol. als peptisator;  
uitgegaan werd van 10 gram grond

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest *)	Fracties						Som
				2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	
				∨					∧	
2049	0,1	0,7	1,7	14,6	3,3	3,5	2,3	5,0	70,7	101,9
Rivierklei, Beesd	0,1	0,7	1,3	14,9	4,5	1,8	2,0	4,3	71,4	101,0
Gemiddeld . . . . .	0,1	0,7	1,5	14,8	3,9	2,6	2,2	4,6	71,1	101,5
2053	0	1,3	2,6	37,3	12,8	8,4	8,6	6,5	24,4	101,9
Rivierklei, Beesd	0	1,3	2,6	38,1	12,5	7,8	9,1	6,0	24,9	102,3
Gemiddeld . . . . .	0	1,3	2,6	37,7	12,7	8,1	8,8	6,3	24,6	102,1
2054	0	1,3	2,7	51,2	14,8	7,4	8,2	5,8	11,9	103,3
Rivierklei, Beesd	0	1,3	3,1	49,9	16,1	6,1	9,2	3,7	11,6	101,0
Gemiddeld . . . . .	0	1,3	2,9	50,6	15,4	6,8	8,7	4,7	11,8	102,2
2624	0	0,6	1,5	26,2	4,1	3,1	6,4	8,5	50,3	100,7
Knik, Warffum	0	0,6	1,6	27,0	4,1	2,8	6,9	8,0	50,9	101,9
Gemiddeld . . . . .	0	0,6	1,6	26,6	4,1	2,9	6,7	8,2	50,6	101,3
2871	0	1,7	2,4	25,1	9,5	5,9	3,3	3,8	49,6	101,3
Rivierklei, Betuwe (Struma)	0	1,7	2,1	24,3	10,5	3,8	5,1	3,1	50,0	100,6
Gemiddeld . . . . .	0	1,7	2,3	24,7	10,0	4,8	4,2	3,5	49,8	101,0
2929	0,7	1,6	2,2	14,1	2,8	2,3	5,8	5,0	67,6	102,1
Zeeland (Struma)	0,7	1,6	1,4	13,6	3,8	0,8	4,3	7,1	67,9	101,2
Gemiddeld . . . . .	0,7	1,6	1,8	13,9	3,3	1,5	5,1	6,0	67,8	101,7
7978	0	1,5	2,2	63,0	13,2	4,7	7,4	4,5	6,9	103,4
Knik, Oldehove	0	1,5	2,4	63,2	12,1	6,6	6,3	4,0	6,9	103,0
Gemiddeld . . . . .	0	1,5	2,3	63,1	12,7	5,6	6,9	4,2	6,9	103,2
8400	0	0,8	1,6	37,1	8,0	3,4	7,2	8,8	33,8	100,7
Knik, Westerweitwerd	0	0,8	1,6	36,1	8,8	4,4	5,9	9,3	34,0	100,9
Gemiddeld . . . . .	0	0,8	1,6	36,6	8,4	3,9	6,6	9,0	33,9	100,8
20869	0,1	1,6	1,3	27,8	8,4	5,4	14,0	10,2	33,2	102,0
Spijcklei, Zeeland	0,1	1,6	1,3	28,3	8,4	5,9	11,0	14,0	31,2	101,8
Gemiddeld . . . . .	0,1	1,6	1,3	28,1	8,4	5,6	12,5	12,1	32,2	101,9
20892	0	1,1	2,9	38,6	9,1	5,4	8,3	13,0	23,2	101,6
Spijcklei, Zeeland	0	1,1	1,8	39,9	8,0	6,2	8,5	12,4	23,2	101,1
Gemiddeld . . . . .	0	1,1	2,4	39,2	8,6	5,8	8,4	12,7	23,2	101,4

TABEL 67a (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest *)	Fracties						Som
				< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	> 35 μ	
15120	0	4,6	2,5	49,0	15,1	11,7	7,6	8,1	6,1	104,7
Proefboerderij Nw. Beerta	0	4,6	3,0	48,4	15,6	10,7	7,8	7,3	6,0	103,4
Gemiddeld . . . . .	0	4,6	2,8	48,7	15,3	11,2	7,7	7,7	6,1	104,1
6789	0	0,6	2,3	64,8	4,2	3,4	7,3	5,5	15,0	103,1
Kleefgrond, Limburg	0	0,6	2,4	66,1	3,4	2,9	6,5	7,8	15,3	105,0
Gemiddeld . . . . .	0	0,6	2,4	65,4	3,8	3,2	6,9	6,6	15,2	104,1
7288	4,0	6,7	5,0	78,9	8,3	0	1,3	0,3	2,7	107,2
Potklei, Haren	4,0	6,7	4,8	78,4	7,7	0	1,3	1,6	2,8	107,3
Gemiddeld . . . . .	4,0	6,7	4,9	78,7	8,0	0	1,3	0,9	2,8	107,3
833	0,1	1,1	2,1	60,7	12,4	7,3	6,7	8,1	8,9	107,4
Zware zeeklei, Bedum	0,1	1,1	1,8	58,3	14,6	7,3	7,8	5,4	8,9	105,4
Gemiddeld . . . . .	0,1	1,1	2,0	59,5	13,5	7,3	7,3	6,7	8,9	106,4
8037	0	0,3	0,0	72,8	9,9	4,1	4,3	3,8	4,8	100,0
Westerwalder klei	0	0,3	0,0	71,6	11,2	3,8	6,6	1,3	4,8	99,6
Gemiddeld . . . . .	0	0,3	0,0	72,2	10,6	3,9	5,5	2,5	4,8	99,8
7644	2,4	0,7	4,4	58,7	11,9	2,1	7,2	4,8	15,8	108,0
Grond uit Soedan	2,4	0,7	4,1	56,9	13,2	4,2	5,0	3,2	16,4	106,1
Gemiddeld . . . . .	2,4	0,7	4,3	57,8	12,5	3,2	6,1	4,0	16,1	107,1
7663	0	5,1	2,6	46,4	14,3	9,6	12,7	6,7	6,0	103,4
Oude Dollardklei	0	5,1	2,6	46,2	14,0	12,9	11,2	6,0	6,6	104,7
Gemiddeld . . . . .	0	5,1	2,6	46,3	14,2	11,2	12,0	6,3	6,3	104,0
17752	0,2	2,1	2,4	63,3	19,5	6,5	1,6	2,2	2,1	100,0
Rivierklei, Haaften	0,2	2,1	2,7	65,5	19,8	4,6	4,1	0,3	2,2	101,4
Gemiddeld . . . . .	0,2	2,1	2,5	64,4	19,7	5,5	2,9	1,2	2,2	100,7
17753	0	5,2	2,2	64,3	10,4	2,4	1,1	2,1	14,0	101,8
Leem, Roden	0	5,2	2,3	64,0	10,4	3,5	0,3	1,9	13,8	101,4
Gemiddeld . . . . .	0	5,2	2,3	64,2	10,4	2,9	0,7	2,0	13,9	101,6

\*) Een correctie voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> werd aangebracht. De gloeirest is dus gecorrigeerd voor het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van den grond en voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

TABEL 676

De suspensies zijn 15 minuten gekookt met Na-oxalaat 0,005 Mol. als peptisator;  
uitgegaan werd van 10 gram grond

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest *)	Fracties						Som
				< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	> 35 μ	
2049	0,1	0,7	0,8	11,0	5,9	1,3	4,8	2,0	72,6	99,2
Rivierklei, Beesd	0,1	0,7	0,8	12,0	4,6	2,8	4,3	0,8	72,4	98,4
Gemiddeld . . . .	0,1	0,7	0,8	11,5	5,2	2,1	4,5	1,4	72,5	98,8
2053	0	1,3	2,0	36,2	11,9	9,5	9,5	7,4	21,8	99,6
Rivierklei, Beesd	0	1,3	2,0	35,9	11,4	10,6	8,7	9,0	22,1	101,0
Gemiddeld . . . .	0	1,3	2,0	36,1	11,6	10,1	9,1	8,2	21,9	100,3
2054	0	1,3	2,7	48,9	13,4	10,2	6,9	6,1	10,4	99,9
Rivierklei, Beesd	0	1,3	2,6	47,8	15,5	7,5	9,9	4,8	10,9	100,3
Gemiddeld . . . .	0	1,3	2,7	48,3	14,5	8,8	8,4	5,5	10,6	100,1
2624	0	0,6	1,6	24,7	3,4	3,6	10,1	10,4	45,6	100,0
Knik, Warfum	0	0,6	1,6	22,9	4,2	3,9	9,4	10,4	45,8	98,8
Gemiddeld . . . .	0	0,6	1,6	23,8	3,8	3,8	9,7	10,4	45,7	99,4
2871	0	1,7	1,8	23,8	6,5	5,9	6,5	4,9	48,7	99,8
Rivierklei, Betuwe (Struma)	0	1,7	1,8	25,1	8,3	3,9	8,3	2,6	48,1	99,8
Gemiddeld . . . .	0	1,7	1,8	24,5	7,4	4,9	7,4	3,7	48,4	99,8
2029	0,7	1,6	2,3	13,3	2,6	2,6	3,1	7,4	65,9	99,5
Zeeland (Struma)	0,7	1,6	2,1	13,5	3,1	1,3	3,3	9,5	65,3	100,4
Gemiddeld . . . .	0,7	1,6	2,2	13,4	2,9	1,9	3,2	8,5	65,6	100,0
7978	0	1,5	3,1	61,6	11,2	7,5	5,1	5,6	6,0	101,6
Knik, Oldehove	0	1,5	2,9	63,0	9,6	9,3	4,8	6,4	6,2	103,7
Gemiddeld . . . .	0	1,5	3,0	62,3	10,4	8,4	5,0	6,0	6,1	102,7
8400	0	0,8	0,7	35,7	7,3	5,5	7,8	11,0	31,0	99,8
Knik, Westerwijtwerd	0	0,8	0,6	35,2	7,3	5,0	8,6	13,0	31,0	101,5
Gemiddeld . . . .	0	0,8	0,7	35,4	7,3	5,3	8,2	12,0	31,0	100,7
20869	0,1	1,6	0,5	28,9	5,8	9,3	9,3	14,3	28,1	97,9
Spierklei Zeeland	0,1	1,6	0,7	28,4	7,1	6,7	10,9	14,7	29,0	99,2
Gemiddeld . . . .	0,1	1,6	0,6	28,7	6,4	8,0	10,1	14,5	28,6	98,6
20892	0	1,1	2,0	39,1	7,3	6,3	10,0	13,1	20,6	99,5
Spierklei, Zeeland	0	1,1	1,9	39,1	6,8	7,6	9,2	13,6	19,5	98,8
Gemiddeld . . . .	0	1,1	2,0	39,1	7,0	7,0	9,6	13,3	20,1	99,2



TABEL 67b (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest *)	Fracties						Som
				< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	> 35 μ	
15120	0	4,6	2,3	48,2	15,0	12,1	6,9	7,9	4,6	101,6
Proefboerderij Nw. Beerta	0	4,6	2,1	47,5	15,8	9,5	7,1	10,0	4,9	101,5
Gemiddeld . . . . .	0	4,6	2,2	47,9	15,4	10,8	7,0	8,9	4,8	101,6
6789	0	0,6	2,5	65,1	4,2	2,4	6,6	10,3	13,2	104,9
Kleefgrond, Limburg	0	0,6	2,7	64,3	5,8	2,1	5,8	9,0	13,5	103,8
Gemiddeld . . . . .	0	0,6	2,6	64,7	5,0	2,3	6,2	9,6	13,4	104,4
7288	4,0	6,7	7,0	76,1	6,2	2,2	0	0	2,8	105,0
Potklei, Haren	4,0	6,7	6,7	75,9	6,7	0,0	0	1,3	2,8	104,1
Gemiddeld . . . . .	4,0	6,7	6,9	76,0	6,4	1,1	0	0,7	2,8	104,6
833	0,1	1,1	2,7	58,2	13,6	8,7	4,6	6,0	7,2	102,5
Zware zeeklei, Bedum	0,1	1,1	3,0	60,6	12,8	9,6	4,1	4,9	7,4	103,6
Gemiddeld . . . . .	0,1	1,1	2,9	59,4	13,2	9,1	4,4	5,4	7,3	102,9
8037	0	0,3	1,2	70,2	10,0	6,7	5,4	3,6	4,3	101,7
Westerwalder klei	0	0,3	1,1	69,8	11,3	7,0	4,1	2,3	4,5	100,4
Gemiddeld . . . . .	0	0,3	1,2	70,0	10,6	6,9	4,7	3,0	4,4	101,1
7644	2,4	0,7	3,9	61,9	8,1	3,2	2,9	3,8	15,5	102,4
Soedan	2,4	0,7	4,2	61,2	8,1	3,5	4,8	3,8	15,7	104,4
Gemiddeld . . . . .	2,4	0,7	4,1	61,5	8,1	3,4	3,8	3,8	15,6	103,4
7663	0	5,1	2,5	45,4	12,9	12,3	11,3	7,9	5,2	102,6
Oude Dollardklei	0	5,1	2,6	43,5	13,9	12,9	11,3	5,5	5,5	100,3
Gemiddeld . . . . .	0	5,1	2,6	44,4	13,4	12,6	11,3	6,7	5,4	101,5
17752	0,2	2,1	2,9	66,2	17,8	7,3	1,9	0	2,3	100,7
Rivierklei, Haafden	0,2	2,1	3,1	65,7	18,8	6,5	2,7	0,8	2,2	102,1
Gemiddeld . . . . .	0,2	2,1	3,0	66,0	18,3	6,9	2,3	0,4	2,2	101,4
17753	0	5,2	2,5	64,8	11,4	1,6	0,5	0	14,1	100,1
Leem, Roden (nieuw monster)	0	5,2	2,6	65,1	12,0	2,1	0,3	0	14,5	101,8
Gemiddeld . . . . .	0	5,2	2,6	64,9	11,7	1,9	0,4	0	14,3	101,0

\*) Een correctie voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> werd aangebracht. De gloeirest is dus gecorrigeerd voor het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van den grond en voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

TABEL 67c

*De suspensies zijn 15 minuten gekookt met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  0,003 Mol. als peptisator; uitgegaan werd van 10 gr. grond*

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest *)	Fracties						Som
				< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	
2049	0,1	0,7	1,2	13,3	5,6	3,1	1,0	4,6	71,9	101,5
Rivierklei, Beesd	0,1	0,7	1,6	11,7	6,6	1,3	2,8	4,1	72,0	100,9
Gemiddeld . . . . .	0,1	0,7	1,4	12,5	6,1	2,2	1,9	4,4	71,9	101,2
2053	0	1,3	2,7	35,9	16,1	6,6	9,5	9,5	20,7	102,3
Rivierklei, Beesd	0	1,3	2,6	36,2	13,7	8,7	8,4	10,0	21,2	102,1
Gemiddeld . . . . .	0	1,3	2,7	36,1	14,9	7,6	9,0	9,7	20,9	102,2
2054	0	1,3	3,8	48,9	17,1	8,8	6,1	6,4	9,8	102,2
Rivierklei, Beesd	0	1,3	3,8	48,1	17,1	9,4	4,3	10,2	10,0	104,2
Gemiddeld . . . . .	0	1,3	3,8	48,5	17,1	9,1	5,2	8,3	9,9	103,2
2624	0	0,6	1,6	26,2	2,3	6,0	4,7	16,6	43,4	101,4
Knik, Warffum	0	0,6	1,7	23,4	6,0	4,4	7,5	13,5	43,6	100,7
Gemiddeld . . . . .	0	0,6	1,7	24,8	4,2	5,2	6,1	15,0	43,5	101,1
2871	0	1,7	2,4	22,8	11,1	5,2	4,4	4,4	49,1	101,1
Rivierklei, Betuwe (Struma)	0	1,7	2,4	24,8	8,3	7,2	3,4	5,4	48,2	101,4
Gemiddeld . . . . .	0	1,7	2,4	23,8	9,7	6,2	3,9	4,9	48,7	101,3
2929	0,7	1,6	1,1	13,5	3,3	1,8	4,3	6,9	65,8	99,0
Zeeland (Struma)	0,7	1,6	1,4	12,5	4,6	1,3	4,6	7,4	65,4	99,5
Gemiddeld . . . . .	0,7	1,6	1,3	13,0	4,0	1,5	4,5	7,1	65,6	99,3
7978	0	1,5	2,1	61,1	14,9	6,9	3,7	4,8	5,7	100,7
Knik, Oldehove	0	1,5	2,3	61,9	12,8	5,6	8,3	2,9	5,5	100,8
Gemiddeld . . . . .	0	1,5	2,2	61,5	13,9	6,2	6,0	3,9	5,6	100,8
8400	0	0,8	2,1	35,8	7,3	6,5	8,9	11,5	27,8	100,7
Knik, Westerwijtwerd	0	0,8	2,2	36,8	6,8	6,5	5,2	14,9	28,5	101,7
Gemiddeld . . . . .	0	0,8	2,2	36,3	7,1	6,5	7,0	13,2	28,2	101,2
20869	0,1	1,6	1,6	29,0	7,5	6,5	7,8	20,4	25,0	99,5
Spierklei, Zeeland	0,1	1,6	1,4	29,0	8,0	7,0	9,3	19,9	24,7	101,0
Gemiddeld . . . . .	0,1	1,6	1,5	29,0	7,8	6,7	8,6	20,1	24,9	100,3
20892	0	1,1	1,9	39,6	6,0	6,8	12,3	16,5	18,4	102,6
Spierklei, Zeeland	0	1,1	1,8	39,6	7,6	6,3	10,8	15,2	17,8	100,2
Gemiddeld . . . . .	0	1,1	1,9	39,6	6,8	6,6	11,6	15,8	18,1	101,4

TABEL 67c (vervolg)

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloei-rest *)	Fracties						Som
				< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	
15120	0	4,6	3,4	53,0	10,8	12,4	9,2	7,4	4,9	105,7
Proefboerderij Nw. Beerta	0	4,6	3,1	50,9	13,2	9,8	9,8	8,4	4,8	104,6
Gemiddeld . . . . .	0	4,6	3,3	52,0	12,0	11,1	9,5	7,9	4,8	105,2
6789	0	0,6	3,0	65,4	2,9	3,4	4,0	13,2	11,6	104,1
Kleefgrond, Limburg	0	0,6	3,1	65,9	3,7	3,7	1,6	10,9	12,2	101,7
Gemiddeld . . . . .	0	0,6	3,1	65,7	3,3	3,5	2,8	12,1	11,0	102,9
7288	4,0	6,7	6,1	81,0	5,1	0	0	0	2,8	105,7
Potklei Haren	4,0	6,7	6,2	82,3	2,7	0	0,3	1,9	2,8	106,9
Gemiddeld . . . . .	4,0	6,7	6,2	81,7	3,9	0	0,1	1,0	2,8	106,3
833	0,1	1,1	2,8	61,2	13,1	6,5	3,8	6,0	7,1	101,7
Zware zeeklei, Bedum	0,1	1,1	3,0	61,4	12,3	8,2	4,6	6,0	6,9	103,6
Gemiddeld . . . . .	0,1	1,1	2,9	61,3	12,7	7,4	4,2	6,0	7,0	102,7
8037	0	0,3	1,2	72,6	11,1	5,7	0,8	5,1	4,2	101,0
Westerwalder klei	0	0,3	1,1	72,4	10,3	4,6	0	9,0	4,4	102,1
Gemiddeld . . . . .	0	0,3	1,2	72,5	10,7	5,1	0,4	7,1	4,3	101,6
7644	2,4	0,7	4,7	64,1	2,9	6,4	2,7	4,8	14,2	102,9
Soedan	2,4	0,7	4,4	63,0	5,6	3,8	2,9	4,3	14,5	101,6
Gemiddeld . . . . .	2,4	0,7	4,6	63,5	4,3	5,1	2,8	4,5	14,4	102,3
7663	0	5,1	2,9	46,4	9,7	13,4	11,0	3,7	5,4	102,6
Oude Dollardklei	0	5,1	2,9	46,7	12,3	11,8	9,4	9,7	5,5	103,4
Gemiddeld . . . . .	0	5,1	2,9	46,6	11,0	12,6	10,2	9,2	5,4	103,0
17752	0,2	2,1	3,6	67,4	18,9	2,7	3,2	2,2	2,3	102,9
Rivierklei, Haafden (nieuw monster)	0,2	2,1	3,3	69,6	16,0	7,3	0,8	0	2,3	101,9
Gemiddeld . . . . .	0,2	2,1	3,5	68,5	17,4	5,0	2,0	1,1	2,5	102,1
17753	0	5,2	3,0	67,2	7,7	0,5	0	3,7	14,3	101,6
Leem, Roden (nieuw monster)	0	5,2	3,1	65,6	9,6	0,5	2,1	2,4	14,1	102,6
Gemiddeld . . . . .	0	5,2	3,1	66,4	8,6	0,5	1,1	3,0	14,2	102,1

\*) Een correctie van het SO<sub>2</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>r</sub> werd aangebracht. De gloei-rest is dus gecorrigeerd voor het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van den grond en voor het SO<sub>2</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

in de tabellen 67a, 67b en 67c medegedeeld. In tabel 68 werden de gemiddelden aangegeven, evenals de met behulp van de methode-ATTERBERG verkregen resultaten <sup>197)</sup>.

Aangezien we ons hier voornamelijk zullen beperken tot de verschillen, die tusschen de verkregen resultaten bij gebruik van de 3 verschillende peptisatoren bestaan, kunnen we ons grootendeels beperken tot tabel 68.

In tabel 68 zijn de gemiddelde gehalten van de diverse fracties van alle 19 monsters aangegeven, evenals de middelbare fout van één bepaling en het maximaal verschil tusschen duplobepalingen. Bedenken we, dat noch de bepaling van de gloeirest noch van de fractie  $> 35 \mu$  iets te maken heeft met den gebruikten peptisator en deze hier dus buiten beschouwing blijven, dan blijkt uit de gehalten van de andere fracties, dat gemiddeld genomen tusschen de resultaten, verkregen met de drie peptisatoren, zeer geringe verschillen bestaan. De fractie  $< 2 \mu$  is voor 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  het laagste; de som van alle fracties +  $\text{CaCO}_3$  + humus + gloeirest verschilt hier echter ook het minste van 100 %. Met  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M wordt een iets hooger gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  en ook van de som (zie hiervoor) verkregen, terwijl met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  deze gehalten nog iets hooger zijn. Tellén we de gloeirest bij de fractie  $< 2 \mu$  op — het is immers waarschijnlijk, dat de gloeirest grootendeels van opgeloste deeltjes met een doorsnede kleiner dan  $< 2 \mu$  afkomstig is, dan zijn deze gemiddelde gehalten resp. 48,8, 48,6 en 50,3 %. In dit geval zijn de gemiddelde gehalten, verkregen met  $\text{NH}_4\text{OH}$  en met  $(\text{COONa})_2$ , als peptisatoren dezelfde; die met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  zijn iets hooger, hetgeen ook voordien het geval is. De mogelijkheid bestaat dus, dat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  voor deze gronden gemiddeld genomen een iets betere peptisator is dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  en  $(\text{COONa})_2$ . Dit staat echter geenszins vast, aangezien hier nog systematische fouten worden gemaakt, blijkende uit het feit, dat de som boven 100 % uitkomt. Voor de grovere fracties zijn de verschillen in de gemiddelde gehalten ook gering. Voor de fractie  $< 16 \mu$  werden met  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator resp. gevonden 62,2, 61,7 en 62,4% of dus practisch gelijk. Voorloopig is dan ook geen andere conclusie te trekken, dan dat alle 3 peptisatoren voor de 19 onderzochte gronden *gemiddeld genomen* dezelfde resultaten geven. Men denke er daarbij om, dat hierbij van 10 gram grond werd uitgegaan.

Het bovenstaande geldt echter slechts *gemiddeld genomen*; we weten immers reeds, dat voor bepaalde gronden  $\text{NH}_4\text{OH}$  te lage gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  geeft. Het beste voorbeeld vormt daarvan de grond uit Soedan. Voor deze gronden werden de beste resultaten verkregen met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als

<sup>197)</sup> Hier moge nog eens in het kort worden aangegeven, hoe voor deze evenals voor de later nog te noemen monsters de analyse volgens ATTERBERG werd uitgevoerd.

10 gram luchtdroge grond werd in een bekerglas gedaan en hieraan 50 cc  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % toegevoegd. Na een nacht overstaan werd eerst 5 minuten gekookt en daarna  $\text{HCl}$  toegevoegd en wel voor ieder procent  $\text{CaCO}_3$  10 cc + 100 cc 0,2 N  $\text{HCl}$  overmaat. Na aanvulling tot 400 cc (concentratie  $\text{HCl}$  dus 0,05 N) werd 15 minuten gekookt, waarna de suspensie werd overgebracht in de slibcilinders. Met water werd nu zoolang geslibd tot de suspensie in de slibcilinders niet meer uitvlokt (eerst 2-maal met leidingwater en daarna 2-maal met gedestilleerd water). Daarna werd met 0,1 N  $\text{NH}_4\text{OH}$  geslibd tot helder. De fractie 2—8, 8—16, 16—22,6 en 22,6—32 $\mu$  werden steeds met leidingwater afgeslibd. Met de temperatuur werd geen rekening gehouden. De bezinkingstijd werd berekend volgens de in het Normaalblad N 213 aangegeven formule.

TABEL 68

Gemiddelde cijfers van 2 duplo-bepalingen volgens de vier methoden van onderzoek; uitgegaan werd van 10 gram grond, terwijl de suspensie 15 minuten werd gekookt.

Monster N°.	Methode		CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest f)	V	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	Som
2053 Rivierklei, Beesd	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				13,4	7,7					
	15 min. koken, "	0,1 "	0,1	0,7	1,5	14,8	3,9	2,6	2,2	4,6	71,1	101,5
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0,1	0,7	0,8	11,5	5,2	2,1	4,5	1,4	72,5	98,8
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0,1	0,7	1,4	12,5	6,1	2,2	1,9	4,4	71,9	101,2
2053 Rivierklei, Beesd	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				37,3	22,1					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	1,3	2,6	37,7	12,7	8,1	8,8	6,3	24,6	102,1
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	1,3	2,0	36,1	11,6	10,1	9,1	8,2	21,9	100,3
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	1,3	2,7	36,1	14,9	7,6	9,0	9,7	20,9	102,2
2054 Rivierklei, Beesd	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				49,9	25,2					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	1,3	2,9	50,6	15,4	6,8	8,7	4,7	11,8	102,1
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	1,3	2,7	48,3	14,5	8,8	8,4	5,5	10,6	100,2
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	1,3	3,8	48,5	17,1	9,1	5,2	8,3	9,9	103,2
2624 Knik, Warfum	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				24,4	7,9					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	0,6	1,6	26,6	4,1	2,9	6,7	8,2	50,6	101,3
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	0,6	1,6	23,8	3,8	3,8	9,7	10,4	45,7	99,4
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	0,6	1,7	24,8	4,2	5,2	6,1	15,0	43,5	101,1
2871 Rivierklei, Betuwe	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				24,3	15,8					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	1,7	2,3	24,7	10,0	4,8	4,2	3,5	49,8	101,0
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	1,7	1,8	24,5	7,4	4,9	7,4	3,7	48,4	99,8
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	1,7	2,4	23,8	9,7	6,2	3,9	4,9	48,7	101,3
2929 Zeeland (Struma)	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.										
	15 min. koken, "	0,1 "	0,7	1,6	1,8	13,9	3,3	1,5	5,1	6,0	67,8	101,7
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0,7	1,6	2,2	13,4	2,9	1,9	3,2	8,5	65,6	100,0
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0,7	1,6	1,3	13,0	4,0	1,5	4,5	7,1	65,6	99,3
7978 Knik, Oldehove	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.	0	1,5		61,3	19,8					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	1,5	2,3	63,1	12,7	5,6	6,9	4,2	6,9	103,2
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	1,5	3,0	62,3	10,4	8,4	5,0	6,0	6,1	102,7
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	1,5	2,2	61,5	13,9	6,2	6,0	3,9	5,6	100,8
8400 Knik, Wester- wijtwerd	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.										
	15 min. koken, "	0,1 "	0	0,8	1,6	36,6	8,4	3,9	6,6	9,0	33,9	100,8
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	0,8	0,7	35,4	7,3	5,3	8,2	12,0	31,0	100,7
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	0,8	2,1	36,3	7,1	6,5	7,0	13,2	28,2	101,2

TABEL 68 (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	Methode		CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest †)	2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	Som
20869 Spierklei, Zeeland	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				26,9	13,6					
	15 min. koken, "	0,1 "	0,1	1,6	1,3	28,1	8,4	5,6	12,5	12,1	32,2	101,9
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0,1	1,6	0,6	28,7	6,4	8,0	10,1	14,5	28,6	98,6
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0,1	1,6	1,5	29,0	7,8	6,7	8,6	20,1	24,9	100,3
20892 Spierklei, Zeeland	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				39,3	13,2					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	1,1	2,4	39,2	8,6	5,8	8,4	12,7	23,2	101,4
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	1,1	2,0	39,1	7,0	7,0	9,6	13,3	20,1	99,2
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	1,1	1,8	39,6	6,8	6,6	11,6	15,8	18,1	101,5
15120 Proefboerderij Nw. Beerta	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.	0	4,6		49,8	23,1					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	4,6	2,8	48,7	15,3	11,2	7,7	7,7	6,1	104,1
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	4,6	2,2	47,9	15,4	10,8	7,0	8,9	4,8	101,6
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	4,6	3,3	52,0	12,0	11,1	9,5	7,9	4,8	105,2
6789 Kleefgrond, Limburg	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				62,0	6,4					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	0,6	2,4	65,4	3,8	3,2	6,9	6,6	15,2	104,1
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	0,6	2,6	64,7	5,0	2,3	6,2	9,6	13,4	104,4
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	0,6	3,0	65,7	3,3	3,8	2,8	12,1	11,9	102,9
7288 Potklei, Haren	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				76,3	9,0					
	15 min. koken, "	0,1 "	4,0	6,7	4,9	78,7	8,0	0	1,3	0,9	2,8	107,3
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	4,0	6,7	6,9	76,0	6,4	1,1	0	0,7	2,8	104,6
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	4,0	6,7	6,1	81,7	3,9	0	0,1	1,0	2,8	106,3
833 Zware zeeklei, Bedum	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				55,6	25,5					
	15 min. koken, "	0,1 "	0,1	1,1	2,0	59,5	13,5	7,3	7,3	6,7	8,9	106,4
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0,1	1,1	2,9	59,4	13,2	9,1	4,4	5,4	7,3	102,9
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0,1	1,1	2,9	61,3	12,7	7,4	4,2	6,0	7,0	102,7
8037 Westerwalder klei	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				70,6	16,7					
	15 min. koken, "	0,1 "	0	0,3	0,0	72,2	10,6	3,9	5,5	2,5	4,8	99,8
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	0	0,3	1,2	70,0	10,6	6,9	4,7	3,0	4,4	101,1
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	0	0,3	1,2	72,5	10,7	5,1	0,4	7,1	4,3	101,6
7644 Grond uit Soedan, Int. monster I	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.				64,3	8,8					
	15 min. koken, "	0,1 "	2,4	0,7	4,3	57,8	12,5	3,2	6,1	4,0	16,1	107,1
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "	2,4	0,7	4,1	61,5	8,1	3,4	3,8	3,8	15,6	103,4
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "	2,4	0,7	4,6	63,5	4,3	5,1	2,8	4,5	14,4	102,3

TABEL 68 (vervolg)

Monster N°.	Methode			CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest†)	< 2 μ	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ	Som
7863 Oude Dollardklei	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.					47,1	23,4					
	15 min. koken, "	0,1 "		0	5,1	2,6	46,3	14,2	11,2	12,0	6,3	6,3	104,0
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "		0	5,1	2,6	44,4	13,4	12,6	11,3	6,7	5,4	101,5
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		0	5,1	2,9	46,6	11,0	12,6	10,2	9,2	5,4	103,0
17752 Rivierklei, Haafden (nieuw mon- ster)	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.		0,2	2,1		64,8	23,6		9,3			
	15 min. koken, "	0,1 "		0,2	2,1	2,5	64,4	19,7	5,5	2,9	1,2	2,2	100,7
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "		0,2	2,1	3,0	66,0	18,3	6,9	2,3	0,4	2,2	101,4
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		0,2	2,1	3,5	68,5	17,4	5,0	2,0	1,1	2,3	102,1
17753 Leem, Roden (nieuw monster)	ATTERBERG, NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.		0	5,2		64,8	14,4		15,6			
	15 min. koken, "	0,1 "		0	5,2	2,3	64,2	10,4	2,9	0,7	2,0	13,9	101,6
	15 " " , Na-oxalaat	0,005 "		0	5,2	2,6	64,9	11,7	1,9	0,4	0	14,3	101,0
	15 " " , Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		0	5,2	3,1	66,4	8,6	0,5	1,1	3,0	14,2	102,3
Gemiddeld 15 min. koken . .	{ NH <sub>4</sub> OH	0,1 Mol.		0,4	2,0	1,8	47,0	10,3	4,9	6,3	5,7	23,6	102,0
	{ (COONa) <sub>2</sub>	0,005 "		0,4	2,0	2,4	46,2	9,4	6,1	6,1	6,4	22,1	100,9
	{ Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		0,4	2,0	2,8	47,5	9,2	5,7	5,1	8,1	21,3	102,1
Middelbare fout van één bepaling *) . . . . .	{ NH <sub>4</sub> OH	0,1 "		—	—	—	0,27	0,82	0,69	1,04	1,03	1,19	0,41
	{ (COONa) <sub>2</sub>	0,005 "		—	—	—	0,12	0,70	0,78	1,06	0,83	1,02	0,32
	{ Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		—	—	—	0,14	0,93	1,36	1,29	1,42	1,41	0,28
Maximaal verschil tusschen de duplo-bepalingen . . . . .	{ NH <sub>4</sub> OH	0,1 "		—	—	—	1,1	2,4	2,2	3,3	3,0	3,8	2,0
	{ (COONa) <sub>2</sub>	0,005 "		—	—	—	0,3	2,4	2,1	2,7	3,0	2,4	1,1
	{ Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,003 "		—	—	—	0,4	2,8	3,7	4,6	4,6	3,9	0,9

De som van de fractie < 2 μ, 2-8 μ, 8-16 μ, 16-35 μ en > 35 μ is in de 3 gevallen resp. 97,8 (NH<sub>4</sub>OH); 96,3 ((COONa)<sub>2</sub>) en 96,9 (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

\*) Berekend volgens de formule: m. f. van één bepaling =  $s = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{2n}}$ . Hierin is n het aantal onderzochte monsters en dus 2n het aantal bepalingen (de bepalingen werden immers in duplo verricht); Δ is het verschil tusschen de duplo-bepalingen.

†) Een correctie voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> werd aangebracht. De gloeirest is dus gecorrigeerd voor het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van den grond en voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

peptisator, zij het dan ook, dat met (COONa)<sub>2</sub> slechts iets lagere gehalten van de fractie < 2 μ werden bepaald. Dat dit laatste toeval is, bewijzen de in tabel 63 medegedeelde resultaten, waarbij juist met (COONa)<sub>2</sub> de hoogste gehalten aan de fractie < 2 μ werden verkregen (15 minuten koken). Vaak is met NH<sub>4</sub>OH de som van alle fracties + CaCO<sub>3</sub> + humus + gloeirest veel meer boven 100 % dan dit voor de beide andere peptisatoren het geval is. Ook voor den grond 17 B 752 geeft NH<sub>4</sub>OH te lage cijfers, terwijl ook hier met Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> de hoogste waarden werden verkregen. Dat dit laatste slechts

toevalis, blijkt uit de resultaten, in tabel 64 medegedeeld, waarbij (15 minuten koken) nu juist met 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  de hoogste gehalten aan de fractie  $< 2 \mu$  werden verkregen. Voor beide gronden zijn dan ook  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en  $(\text{COONa})_2$  in dit opzicht gelijkwaardig.

Uit de resultaten, verkregen met het monster B 7288 en 15120, zou men afleiden, dat met  $(\text{COONa})_2$  de kleinste gehalten aan de fractie  $< 2 \mu$  zijn verkregen, met  $\text{NH}_4\text{OH}$  iets hogere, terwijl met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  de hoogste gehalten zijn bepaald. Om dit nog eens na te gaan, werden bij deze grondmonsters de bepalingen nog eens herhaald. De resultaten daarvan zijn in tabel 69 medegedeeld. Hierin beteekent „oud” en „nieuw” resp. de reeds eerder en de opnieuw verrichte bepalingen.

Uit tabel 69 blijkt, dat  $(\text{COONa})_2$  bij het grondmonster B 15120 een hoger gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$  heeft gegeven dan  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  werd weer het hoogste gehalte aan deze fractie bepaald. Aangezien de som van alles boven 100 % ligt en voor  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  weer het hoogste is, staat zeker niet vast, dat voor dezen grond  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  een betere peptisator is dan de andere peptisatoren. Voor het grondmonster B 7288 werden met  $\text{NH}_4\text{OH}$  nu veel te lage en overigens ook slecht kloppende resultaten verkregen;

TABEL 69

Monster	Methode	In % op drogen grond									
		$\text{CaCO}_3$	Humus	Gloeirest <sup>*)</sup>	$< 2 \mu$	2-8 $\mu$	8-16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$	$> 35 \mu$	Som
15120	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M oud	0	4,6	2,8	48,7	15,3	11,2	7,7	7,7	6,1	104,1
	$(\text{COONa})_2$ 0,005 „ „	0	4,6	2,2	47,9	15,4	10,8	7,0	8,9	4,8	101,6
	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 „ „	0	4,6	3,3	52,0	12,0	11,1	9,5	7,9	4,8	105,2
	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 „ nieuw	0	4,6	3,2	48,3	14,2	10,8	8,1	9,6	2,6	101,4
	$(\text{COONa})_2$ 0,005 „ „	0	4,6	4,2	49,3	11,8	12,0	7,7	9,9	2,2	101,7
	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 „ „	0	4,6	3,7	51,8	12,7	10,3	8,5	9,3	2,5	103,4
B 7288	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M oud	4,0	6,7	4,9	78,7	8,0	0	1,3	0,9	2,8	107,3
	$(\text{COONa})_2$ 0,005 „ „	4,0	6,7	6,9	76,0	6,4	1,1	0	0,7	2,8	104,6
	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 „ „	4,0	6,7	6,1	81,7	3,9	0	0,1	1,0	2,8	106,3
	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 „ nieuw	4,0	6,7	5,8	70,4†	11,6	1,3	0	0,3	2,4	102,5
	$(\text{COONa})_2$ 0,005 „ „	4,0	6,7	5,4	77,9	4,9	0,4	1,3	1,5	2,2	104,3
	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 „ „	4,0	6,7	5,8	79,2	4,2	0,1	0,7	0,5	2,5	103,7

\*) Gecorrigeerd voor  $\text{SO}_2$ -gehalte van de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

†) De duplo's kloppen hiervan slecht, nl. resp. 67,2 en 73,5. Ook bij de fractie 2-8  $\mu$  is dit het geval, nl. resp. 14,3 en 8,9.

De in de tabel vermelde cijfers zijn steeds gemiddelden van duplobepalingen.

blijkbaar geeft  $\text{NH}_4\text{OH}$  minder betrouwbare resultaten dan de andere peptisatoren. Ook nu was weer het gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$  met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator weer het hoogste. Gezien het feit, dat ook nu de som van alles belangrijk boven 100 % uitkomt, kan hieruit niet de conclusie worden ge-



trokken, dat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  voor dezen grond een betere peptisator is dan althans  $(\text{COONa})_2$ .

Uit tabel 68 blijkt verder, dat het grondmonster 17 B 752 met  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator minder goede resultaten geeft dan met de beide andere peptisatoren, hetgeen bij herhalingen telkens weer het geval is gebleken te zijn. Hieraan bestaat dan ook geen twijfel. Dat echter  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator voor dezen grond betere resultaten zou geven dan  $(\text{COONa})_2$  is een toevalligheid. Dit geldt vermoedelijk ook voor  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator bij het grondmonster 17 B 753; waarbij  $\text{NH}_4\text{OH}$  en  $(\text{COONa})_2$  vrijwel gelijke resultaten hebben gegeven, daarentegen  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (schijnbaar) betere resultaten. Om dit na te gaan, zijn ook deze grondmonsters nog eens onderzocht. De resultaten van de oude (ontleend aan tabel 68) en van de nieuwe analyses zijn in tabel 70 aangegeven.

Uit tabel 70 blijkt, dat voor het grondmonster 17 B 752 ook nu weer  $\text{NH}_4\text{OH}$  de slechtste peptisatie geeft (kleinste gehalte aan de fractie  $< 2 \mu$ ); het verschil tusschen de uitkomsten, indien  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als pep-

TABEL 70

Gondmonster	Peptisator	Oude analyses				Nieuwe analyses			
		In % op drogen grond				In % op drogen grond			
		$2 \mu$ V	$2-8 \mu$	$8-16 \mu$	$16 \mu$	$2 \mu$ V	$2-8 \mu$	$8-16 \mu$	$16 \mu$ V
17 B 752	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M . . .	64,4	19,7	5,5	89,5	65,0	21,1	8,2	94,3
17 B 752	$(\text{COONa})_2$ 0,005 M . . .	66,0	18,3	6,9	91,2	66,7	20,0	7,4	94,1
17 B 752	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 M . . .	68,5	17,4	5,0	90,9	67,1	20,9	6,9	94,9
17 B 753	$\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M . . .	64,2	10,4	2,9	77,5	63,3	13,0	3,4	79,7
17 B 753	$(\text{COONa})_2$ 0,005 M . . .	64,9	11,7	1,9	78,5	63,9	12,8	3,2	79,9
17 B 753	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 0,003 M . . .	66,4	8,6	0,5	75,5	62,9	13,1	4,4	80,4

*Opmerking.* Alle cijfers zijn gemiddelden van duplobepalingen. De monsters 17B 752 en 17B 753 zijn soms ook wel als 17752 en 17753 aangegeven.

tisatoren worden gebruikt, is nu practisch nihil. Voor het monster 17 B 753 geven nu alle peptisatoren practisch gelijke resultaten, zij het dan ook, dat met  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  iets hogere gehalten van de fractie  $< 2 \mu$  zijn bepaald.

Uit het voorgaande volgt dan ook, dat voor beide grondmonsters  $(\text{COONa})_2$  0,005 M en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  0,003 M gelijkwaardig zijn. Voor 17 B 753 geldt dit ook voor  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; voor 17 B 752 geeft, zooals reeds is opgemerkt,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (iets) te lage waarden.

Samenvattend blijkt dus, dat, ofschoon gemiddeld genomen geen verschil in resultaten, verkregen met de 3 peptisatoren, is vast te stellen, uit afzonderlijke bepalingen toch wel vaststaat, dat  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  voor sommige gronden (vermoedelijk ijzeroxydehoudende gronden) betere peptisatoren zijn dan  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Bedenken we verder, dat  $\text{NH}_4\text{OH}$  somtijds ook geheel on-

voldoende resultaten kan geven, dan volgt hier wel uit, dat uit deze overwegingen aan  $(\text{COONa})_2$  of  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator de voorkeur is te geven boven  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Om dit nog eens aan wat meer Nederlandsche gronden te bestudeeren, die hetzij ijzeroxydehoudend zijn, hetzij *vermoedelijk* ijzeroxydehoudend zijn, werden nog eens bepalingen in duplo in een 10-tal gronden verricht, waarbij van 20 gram grond werd uitgegaan. De gronden werden op een voor die hoeveelheid grond normale wijze voorbereid (zie sub B, II, § 2 van dit hoofdstuk), tot 0,8 liter uitgewassen en natgezeefd, totdat eveneens 0,8 liter was doorgelopen. De suspensie werd daarna 15 minuten gekookt, waarbij zowel 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator werd gebruikt (de verdampte hoeveelheid  $\text{NH}_4\text{OH}$  is na afkoeling der suspensie opnieuw toegevoegd). De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel 71a, b en c medegedeeld.

Tabel 71c is hier van minder belang; deze bepalingen zijn verricht, aangezien deze gronden nog niet eerder onderzocht waren.

Uit tabel 71 a en b blijkt, dat in sommige gevallen de som van alle bestanddeelen belangrijk boven 100 ligt. Deze som is voor beide peptisatoren voor denzelfden grond en ook gemiddeld genomen vrijwel gelijk, zij het dan ook, dat ook nu weer opvalt (zie tabel 64 en hieronder), dat bij gebruik van  $(\text{COONa})_2$  als peptisator deze som gemiddeld genomen iets lager is dan bij gebruik van  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator, welk feit reeds eerder was geconstateerd en dat dus nu opnieuw is bevestigd.

Zooals we zullen zien, ligt de oorzaak van het feit, dat de som van alle bestanddeelen soms belangrijk boven 100 ligt, aan het resterende humusgehalte, dat na de voorbereiding in den grond achterblijft. Dit resterende humusgehalte neemt ruwweg toe met het oorspronkelijk humusgehalte, ofschoon hierin nog groote verschillen zijn op te merken. Hierop zal later worden teruggekomen (zie § 10).

Overziet men nu de gemiddelde gehalten van de fracties, verkregen met resp.  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator, dan valt op, dat het gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  met  $(\text{COONa})_2$  als peptisator grooter is dan met  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator, terwijl bij de fractie 2—4  $\mu$  het omgekeerde het geval is. Het eerstgenoemde feit wordt vooral veroorzaakt door 3 gronden (B 8540, BL. 302049 en 302771), ofschoon ook in het algemeen deze gehalten in beide gevallen practisch gelijk zijn, zij het dan ook met  $(\text{COONa})_2$  als peptisator het grootste. Combineeren we dit nu met het feit, dat de fractie 2—4  $\mu$  in alle gevallen met  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator steeds grooter is dan met  $(\text{COONa})_2$  als peptisator, dan volgt hier wel uit, dat  $(\text{COONa})_2$  voor deze soort gronden in het algemeen een iets betere peptisator is dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  en bij bepaalde gronden zelfs een duidelijk betere peptisatie geeft dan  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Hieruit volgt nogmaals, dat het aanbeveling verdient  $(\text{COONa})_2$  0,005 M als peptisator te gebruiken.

Wat de gehalten van de andere fracties betreft kan worden opgemerkt, dat voor de fracties 4—8, 8—16, 16—25, 25—35 en  $> 35 \mu$  resp.  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{COONa})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  en  $\text{NH}_4\text{OH}$  gemiddeld genomen de hoogste gehalten hebben gegeven. Voor de afzonderlijke monsters gaf van deze fracties dan de eene dan de andere peptisator het hoogste gehalte; alleen voor de fractie 16—25  $\mu$  gaf  $\text{NH}_4\text{OH}$  in alle gevallen de hoogste gehalten. De beteekenis

TABEL 71a

IJzerhoudende gronden met 0,005 M Na-oxalaat als peptisator

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties						Fractie 35 μ	Som *)
				2 μ	2-4 μ	4-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ		
35	0	13,3	5,2	33,1	12,3	11,6	15,8	6,0	5,9	2,4	105,6
	0	13,3	4,2	32,3	12,7	11,7	15,7	6,1	7,0	2,8	105,8
Gem.	0	13,3	4,7	32,7	12,5	11,7	15,8	6,0	6,4	2,6	105,7
52	0	11,7	4,3	23,9	3,3	2,8	7,6	3,6	6,0	33,7	96,9
	0	11,7	3,9	22,4	3,1	2,4	7,0	3,1	4,7	40,8	99,1
Gem.	0	11,7	4,1	23,2	3,2	2,6	7,3	3,3	5,4	37,2	98,0
101	0	6,4	3,9	48,6	4,9	5,1	12,9	4,8	7,5	6,9	101,0
	0	6,4	4,1	47,2	5,1	6,6	12,0	4,3	7,9	7,4	101,0
Gem.	0	6,4	4,0	47,9	5,0	5,9	12,4	4,6	7,7	7,1	101,0
297257	0,1	12,4	3,5	51,6	8,0	8,5	10,9	4,3	4,6	2,2	106,1
	0,1	12,4	3,6	48,9	7,3	8,0	10,9	5,0	3,1	2,0	101,3
Gem.	0,1	12,4	3,6	50,2	7,7	8,2	10,9	4,7	3,8	2,1	103,7
299561	0,1	11,1	3,7	42,1	8,1	8,9	14,6	4,8	5,3	6,2	104,9
	0,1	11,1	3,5	41,6	8,4	9,3	14,2	4,4	6,1	6,5	105,2
Gem.	0,1	11,1	3,6	41,9	8,2	9,1	14,4	4,6	5,7	6,4	105,1
B 8540	8,0	1,2	1,9	32,9	6,3	9,6	11,7	8,3	7,9	12,8	100,6
	8,0	1,2	1,7	32,0	6,2	10,1	10,9	8,5	7,9	13,1	99,6
Gem.	8,0	1,2	1,8	32,5	6,2	9,9	11,3	8,4	7,9	12,9	100,1
B 12810	0	2,9	2,2	41,6	9,1	10,0	11,0	5,3	6,9	9,5	98,5
	0	2,9	2,4	42,2	10,3	9,2	10,2	5,7	7,1	10,2	100,2
Gem.	0	2,9	2,3	41,9	9,7	9,6	10,6	5,5	7,0	9,9	99,4
299917	0	4,8	3,1	53,4	8,7	9,8	8,7	4,0	4,0	4,2	100,7
	0	4,8	3,4	52,6	9,9	8,3	9,9	3,6	4,8	3,4	100,7
Gem.	0	4,8	3,3	53,0	9,3	9,0	9,3	3,8	4,4	3,8	100,7
302049	0	10,6	3,4	50,1	8,9	11,6	7,7	3,6	1,7	4,5	102,1
	0	10,6	3,4	50,8	10,1	9,8	8,1	3,2	2,0	4,4	102,4
Gem.	0	10,6	3,4	50,5	9,5	10,7	7,9	3,4	1,8	4,5	102,3
302771	5,8	1,4	1,8	43,2	5,5	6,1	11,6	7,4	7,0	11,5	101,3
	5,8	1,4	1,7	42,4	5,7	6,2	11,1	6,2	9,7	10,6	100,8
Gem.	5,8	1,4	1,8	42,8	5,6	6,1	11,4	6,8	8,3	11,1	101,1
Gem.	1,4	7,6	3,3	41,7	7,7	8,3	11,1	5,1	5,8	9,8	101,7

†) Geocorrigeerd voor CaCO<sub>3</sub> en SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

TABEL 716

IJzerhoudende gronden met 0,1 M NH<sub>4</sub>OH als peptisator

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties						Fractie 35 μ	Som *)
				2 μ	2-4 μ	4-8 μ	8-16 μ	16-35 μ	25-35 μ		
35	0	13,3	4,8	34,8	12,4	11,4	10,9	8,1	4,9	5,8	106,4
	0	13,3	4,7	30,8	13,4	13,0	10,9	8,6	5,0	5,0	104,7
Gem.	0	13,3	4,8	32,8	12,9	12,2	10,9	8,3	5,0	5,4	105,6
52	0	11,7	4,1	21,3	4,2	3,4	4,6	5,1	3,8	39,2	97,4
	0	11,7	4,0	22,1	3,6	3,5	4,3	5,2	3,8	41,4	99,6
Gem.	0	11,7	4,1	21,7	3,9	3,4	4,5	5,1	3,8	40,3	98,5
101	0	6,4	4,2	47,8	5,7	7,4	9,6	7,7	6,1	8,0	102,9
	0	6,4	4,0	47,2	6,2	7,9	9,3	6,3	6,6	8,4	102,3
Gem.	0	6,4	4,1	47,5	6,0	7,6	9,5	7,0	6,3	8,2	102,6
297257	0,1	12,4	3,6	51,6	8,4	8,1	10,0	5,5	4,1	1,9	105,7
	0,1	12,4	3,6	49,4	8,6	9,6	8,5	6,2	3,9	2,1	104,4
Gem.	0,1	12,4	3,6	50,5	8,5	8,9	9,2	5,9	4,0	2,0	105,1
299561	0,1	11,1	3,3	41,1	8,8	10,1	11,6	6,8	5,8	5,3	104,0
	0,1	11,1	3,1	41,4	7,9	10,6	11,9	5,6	6,5	5,5	103,7
Gem.	0,1	11,1	3,2	41,3	8,3	10,4	11,7	6,2	6,2	5,4	103,9
B 8540	8,0	1,2	2,2	29,5	7,8	8,9	12,2	10,0	8,9	12,8	101,5
	8,0	1,2	2,3	29,9	7,1	9,1	11,8	10,2	10,4	12,6	102,6
Gem.	8,0	1,2	2,3	29,7	7,4	9,0	12,0	10,1	9,7	12,7	102,1
B 12810	0	2,9	2,7	39,9	9,0	10,2	11,2	7,0	7,1	10,6	100,6
	0	2,9	2,9	40,6	7,9	10,3	11,8	7,7	6,6	11,2	101,9
Gem.	0	2,9	2,8	40,3	8,4	10,3	11,5	7,3	6,9	10,9	101,3
299917	0	4,8	3,1	52,4	8,9	8,3	8,7	5,3	6,1	2,7	100,3
	0	4,8	3,0	51,3	10,3	9,7	8,2	5,0	6,7	2,9	101,9
Gem.	0	4,8	3,1	51,8	9,6	9,0	8,5	5,1	6,4	2,8	101,1
302049	0	10,6	3,7	48,1	9,8	9,5	8,5	5,2	2,0	4,2	101,6
	0	10,6	3,5	48,4	8,9	9,0	8,6	4,6	2,5	3,6	99,7
Gem.	0	10,6	3,6	48,3	9,3	9,3	8,5	4,9	2,3	3,9	100,7
302771	5,8	1,4	1,8	39,8	7,4	5,7	11,1	8,7	14,2	9,6	105,5
	5,8	1,4	1,9	38,3	7,7	5,7	11,1	8,7	12,0	4,6	97,2
Gem.	5,8	1,4	1,9	39,0	7,6	5,7	11,1	8,7	13,1	7,1	101,4
Gem.	1,4	7,6	3,4	40,3	8,2	8,6	9,7	6,9	6,7	9,9	102,2

\*) Geocorrigeerd voor CaCO<sub>3</sub> en SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

TABEL 71c

## IJzerhoudende gronden met Na-oxalaat als peptisator

N <sup>o</sup> .	Subfracties in %											D	
	35-50 $\mu$	50-75 $\mu$	75-105 $\mu$	105-150 $\mu$	150-210 $\mu$	210-300 $\mu$	300-420 $\mu$	420-600 $\mu$	600-850 $\mu$	850-1200 $\mu$	1200-1700 $\mu$		> 1700 $\mu$
35. . . . .	0,1	0,1	0,3	0,4	0,8	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	174
52. . . . .	1,3	1,6	3,6	6,2	14,0	6,4	1,9	1,3	0,4	0,3	0,2	—	115
101 . . . . .	0,8	1,7	2,4	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	—	—	—	—	183
297257. . .	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	180
299561. . .	0,9	0,5	0,8	0,5	0,9	0,9	0,6	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	155
B 8540 . .	2,4	1,8	2,3	1,7	2,7	1,4	0,4	0,2	—	—	—	—	208
B 12810 . .	1,5	0,8	1,1	0,6	0,9	1,2	1,3	1,4	0,6	0,3	0,2	—	182
299917. . .	1,0	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	180
302049. . .	0,3	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,5	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	147
302771. . .	3,8	2,1	2,3	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	—	210

van dit laatste feit is niet duidelijk, maar is van te weinig belang om verder onderzocht te worden.

Uit de tabellen 71 a en b blijkt verder, dat de gloeirest zoowel gemiddeld genomen als van grond tot grond vrijwel gelijk is in overeenstemming met het feit, dat deze gloeirest niets te maken heeft met de keuze van den peptisator.

Gaan we nu weer terug naar de tabel 68 en beschouwen we nu de middelbare fouten van één bepaling, dan moeten we wel bedenken, dat de middelbare fouten van de gloeirest en van de fractie  $> 35 \mu$  niets met den gebruikten peptisator te maken hebben. Voor de 3 reeksen bepalingen moeten deze dus binnen de foutengrenzen gelijk zijn. Dit is voor de gloeirest hoogstens nauwelijks en voor de fractie  $> 35 \mu$  wel is waar het geval (de m. f. van het gemiddelde<sup>197a</sup>) zijn voor de gloeirest resp. 0,062, 0,028 en 0,032; een mooie

<sup>197a</sup>) Berekend volgens de formule: m. f. van het gemiddelde  $\sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{2 n^2}}$ .

overeenstemming werd toch niet verkregen. Een grootere nauwkeurigheid van de bepaling is gewenscht. (Deze is verkregen door van 20 gram grond in plaats van van 10 gram uit te gaan, terwijl van de waschvloeistof niet 50, maar 100 cc werd ingedampt; zie § 9 d.)

De m. f. van één bepaling<sup>197b)</sup> neemt van de fractie  $< 2 \mu$  tot en met de fractie van  $25-35 \mu$  in het algemeen eerst toe om dan constant te worden. Dit is op zichzelf niet verwonderlijk, aangezien de fracties  $2-8 \mu$  tot en met  $25-35 \mu$  berekend worden als een verschil van 2 bepalingen — bijv. de fractie  $2-8 \mu$  uit de fractie  $< 8 \mu$  en  $< 2 \mu$  enz. —, waardoor dit verschil beïnvloed wordt door de fout, bij twee bepalingen gemaakt. De fout bij de bepaling van de fractie  $< 2 \mu$  wordt uiteraard slechts door de fout van slechts één bepaling aangegeven.

Deze middelbare fouten van één bepaling zijn voor  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisator voor alle fracties hooger dan voor de beide andere peptisatoren. Hieruit blijkt nog eens weer de eigenaardigheid, dat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  minder nauwkeurige cijfers geeft dan de beide andere peptisatoren. Voor de fractie  $< 2 \mu$  geeft  $(\text{COONa})_2$  een kleinere fout dan  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Dit is ook het geval bij de fractie  $16-25 \mu$  en  $25-35 \mu$ , terwijl voor de fractie  $8-16 \mu$  deze fouten dezelfde zijn. Alleen voor de fractie  $2-8 \mu$  geeft  $\text{NH}_4\text{OH}$  de kleinste fout.

Beschouwen we nu de maximale verschillen tusschen 2 duplobepalingen, dan blijken deze voor de fracties  $< 2 \mu$  tot en met  $25-35 \mu$  voor  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  weer de grootste te zijn. Tusschen  $\text{NH}_4\text{OH}$  en  $(\text{COONa})_2$  bestaat geen verschil, of deze verschillen zijn bij  $\text{NH}_4\text{OH}$  groter. Ook hieruit blijken weer de ongunstige eigenschappen van  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en de gunstige eigenschappen van  $(\text{COONa})_2$  in dit opzicht.

Uit het voorgaande volgt, dat relatief beschouwd  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  weinig aanbevelenswaardig is in tegenstelling met  $(\text{COONa})_2$ .

Uit alle verkregen resultaten te zamen genomen volgt dan ook, dat aan  $(\text{COONa})_2$  de voorkeur moet worden gegeven.

Uit tabel 68 blijkt verder, dat het maximale verschil tusschen duplobepalingen nog tamelijk groot is, zoodat het gewenscht is de nauwkeurigheid te vergrooten. Hierop zal in de volgende paragraaf worden teruggekomen.

De som van alle fracties + humus +  $\text{CaCO}_3$  + gloeirest ligt gemiddeld genomen boven 100 %. Terloops moge hier worden opgemerkt, dat deze som voor  $(\text{COONa})_2$  als peptisator het dichtste bij 100 % blijkt te liggen, terwijl deze voor  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  daarvan het verste verwijderd is. Ook nog om deze reden verdient  $(\text{COONa})_2$  als peptisator de voorkeur.

Uit het feit, dat deze som gemiddeld genomen boven 100 % ligt, volgt dat systematische fouten moeten worden gemaakt, aangezien tijdens de bewerkingen, die de grond ondergaat, altijd iets, hoe weinig ook, verloren zal gaan. Een van deze fouten is ongetwijfeld het feit, dat tengevolge van de voorbereiding van den grond met  $\text{H}_2\text{O}_2$  niet alle humus oxydeert, maar hiervan steeds iets achterblijft. Het was dus gewenscht dit nader te onderzoeken, waarop in § 10 zal worden teruggekomen. Een tweede mogelijkheid vormt wellicht de sorptie van water door de fracties. Ook dit punt is nader onderzocht, waarvoor naar § 9 wordt verwezen. In deze paragraaf is tevens

<sup>197b)</sup> De middelbare fouten worden alleen in absolute cijfers aangegeven.

nog een enkele andere foutenmogelijkheid onderzocht, waaruit eveneens de wenschelijkheid naar voren kwam de nauwkeurigheid van de analysemethode te vergrooten.

§ 9. *Bespreking van enkele foutenbronnen (o. a. de sorptie van water); de verhooging van de nauwkeurigheid van de bepaling*

a. De sorptie van water

Als een van de voordeelen van de areometer- of dompellichaammethode noemt men wel eens de vermindering van fouten tengevolge van de sorptie van water door de fracties, welke fout kan optreden bij die methoden, waarbij deze fracties moeten worden gewogen; bij de pipetmethode dus feitelijk de ingedampde massa overgebleven na indamping van de 20 cc uitgepipeteerde suspensie. Het was dus van belang deze kwestie nader te onderzoeken. Hiervoor werd uitgegaan van een zwaren kleigrond (B 833).

Deze proefneming werd reeds eerder beschreven. Duidelijkheidshalve zal deze hieronder nog eens weer beschreven worden.

Het grondmonster B 833 werd in duplo op de gewone wijze voorbereid en uitgewasschen. Hierbij werd van 10 gram grond uitgegaan. De uitgewasschen grond werd daarna eerst in een groote porceleinen schaal overgespoeld, gedeeltelijk ingedampt op een waterbad, overgebracht in een kleine porceleinen schaal, ingedampt tot droog en in de droogstoof gedurende 4 uur bij 105° C nagedroogd. Deze schaaltes werden in een gewonen exsiccator boven CaCl<sub>2</sub> afgekoeld en gewogen. Het aldus verkregen gewicht van den grond zal A worden genoemd. Dit schaalte + grond werd nu nogmaals 4 uur in een droogstoof bij 105° C gedroogd en daarna in een vacuum exsiccator boven P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> afgekoeld. Vlak voor het wegen werd met behulp van geconcentreerd H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gedroogde lucht in den exsiccator toegelaten. De weging werd vlug, echter weer gewoon (zonder verdere voorzorgen), uitgevoerd. Dit gewicht van den grond zal A<sup>1</sup> genoemd worden. Hierbij kan worden opgemerkt, dat het drogen in de droogstoof en de afkoeling van de schaaltes boven CaCl<sub>2</sub> resp. boven P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in vacuum bij deze en de volgende bepalingen zoolang werd herhaald, tot een constant gewicht werd verkregen <sup>1976</sup>).

Uit de resultaten blijkt het volgende:

Eerste bepaling	Tweede bepaling
A = 8,889 gram	A = 8,897 gram
A <sup>1</sup> = 8,790 „	A <sup>1</sup> = 8,799 „
Afname = 0,099 „	Afname = 0,098 „

Uit het bovenstaande volgt dus, dat het verschil in gewicht tusschen de afkoeling boven CaCl<sub>2</sub> en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in vacuum 98 tot 99 mg bedraagt, of dus ± 1 % van de oorspronkelijke hoeveelheid grond. Deze grond bevat 80 % van de fractie < 16 μ en rond 60 % van de fractie < 2 μ. Dit verschil in gewicht wordt veroorzaakt door het feit, dat boven CaCl<sub>2</sub> de grond in

<sup>1976</sup>) Voor de gewone pipetanalyses kan, gezien de geringe hoeveelheid materiaal, met 1-maal drogen in de droogstof bij 105° C gedurende 1 uur worden volstaan; zie echter ook hieronder.

staat is iets water aan de  $\text{CaCl}_2$  te onttrekken, hetgeen boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  niet of althans in een veel geringere mate het geval zal zijn <sup>198)</sup>.

Na de laatste weging — dus na de laatste afkoeling boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  in vacuüm — werd aan de schaaltes evenveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  toegevoegd als ook bij de analyses het geval was, waarbij  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M als peptisator werd gebruikt. De grond werd daarbij met een staafje in de schaaltes rondgeroerd en op een waterbad tot bijna droog ingedampt, waarna nog eens zooveel  $\text{NH}_4\text{OH}$  werd toegevoegd, als ook bij de analyses het geval is om de verdampste hoeveelheid tijdens het koken en afkoelen van de suspensie weer te vervangen. De schaaltes werden nu op het waterbad tot droog ingedampt, vervolgens weer gedurende 4 uur in een droogstoof tot  $105^\circ\text{C}$  nagedroogd en in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  afgekoeld en gewogen. De aldus gewogen hoeveelheid grond zal B worden genoemd. Deze schaaltes met grond werden vervolgens weer in een droogstoof gedurende 4 uur gedroogd, echter nu in een kleinen vacuüm-exsiccator (hoogstens 2 schaaltes bevattend; deze exsiccatorjes zijn steeds voor deze proeven gebruikt) boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  afgekoeld en gewogen. Dit gewicht zal B<sup>1</sup> genoemd worden. Uit de verkregen resultaten blijkt het volgende:

Eerste bepaling	Tweede bepaling
B = 8,889 gram	B = 8,897 gram
B <sup>1</sup> = 8,804 „	B <sup>1</sup> = 8,807 „
Afname = 0,085 „	Afname = 0,090 „

Uit het bovenstaande volgt, dat na de  $\text{NH}_4\text{OH}$ -behandeling het sorptiegebonden water iets is afgenomen, maar toch van dezelfde grootte-orde blijft, nl. voor de zwaarste gronden rond 1 % van dezen grond. Nu zal de adsorptie hoofdzakelijk aan de fijnste fractie — in dit geval aan de fractie  $< 2 \mu$  — plaats vinden. Willen we dan ook voor deze watersorptie een correctie aanbrengen, dan kan volstaan worden met aan te nemen, dat alleen de fractie  $< 2 \mu$  gecorrigeerd behoeft te worden. De sorptie van de grovere fracties is in verhouding tot die van de fractie  $< 2 \mu$  te verwaarloozen, te meer aangezien het wel zelden zal voorkomen, dat het waargenomen gehalte van deze fractie  $< 2 \mu$  meer dan 1 % tengevolge van deze sorptie behoeft te worden verminderd. Nu bevat B 833, waarmede de boven beschreven proefneming werd uitgevoerd, rond 60 % van de fractie  $< 2 \mu$ , terwijl de fout tengevolge van de sorptie rond 1 % bedraagt. Indien men dus een correctie wil aanbrengen voor deze sorptie, zou die dus rond 0,16 % per 10 % fractie  $< 2 \mu$  kunnen bedragen. Met dit percentage zou dan het gevonden percentage van de fractie  $< 2 \mu$  per 10 % van deze fractie moeten worden verminderd. Nu kan men zich afvragen, of deze correctie voor iederen grond per 10 % van de fractie  $< 2 \mu$  wel dezelfde is. Gezien echter de kleinheid van deze correctie en gezien het feit, dat de hygroscopiciteit wel in eerste instantie bepaald wordt door het gehalte aan de fijnste fractie (of dus hier de fractie  $< 2 \mu$ ), kan daardoor dan ook hoogstens een te verwaarloozen fout worden gemaakt. Deze correctie werd echter in de, in deze publicatie medegedeelde,

<sup>198)</sup> Beide droogmiddelen bevatten immers bij gebruik reeds spoedig iets water. Verder weet men uiteraard niet, of de boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  afgekoelde grond in het geheel geen sorptiewater bevat; vermoedelijk is dit resterende gehalte echter te verwaarloozen klein.



resultaten niet aangebracht, tenzij in een enkel geval, aangezien door weegfouten en niet nader te controleeren invloeden fouten van dezelfde grootte-orde worden gemaakt, waardoor voor deze fout alleen de correctie van het gemiddelde van een groot aantal gronden op de aangegeven wijze van belang is.

In verband met het bovenstaande kan nog worden opgemerkt, dat werd nagegaan, of bij de vochtbepaling van luchtdrogen grond ook een dergelijke fout tengevolge van de sorptie werd gemaakt. Hiertoe werd op de gewone wijze 5 gram luchtdrogen grond van de monsters B 833, 17752 en 17753 afgewogen, gedurende 4 uur in een droogstoof bij 105° C gedroogd, afgekoeld in een gewonen exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  en gewogen. Dit werd nogmaals herhaald om na te gaan, of het gewicht constant was, hetgeen het geval bleek te zijn. Deze vochtdoosjes werden nu weer 4 uur in een droogstoof bij 105° C gedroogd, echter nu afgekoeld in een vacuum exsiccator boven  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Vlak voor de weging werd voorzichtig lucht toegelaten, dat door geconcentreerd  $\text{H}_2\text{SO}_4$  was gedroogd. Dit werd nog eens herhaald, waarbij bleek, dat het gewicht constant bleef. De resultaten van deze onderzoekingen zijn in tabel 72 aangegeven.

TABEL 72

Grondmonster N°.	Vochtgehalte luchtdroge gronden boven $\text{CaCl}_2$ afgekoeld	Vochtgehalte luchtdroge gronden boven $\text{P}_2\text{O}_5$ in vacuum afgekoeld
833 . . . . .	7,88	7,82
Gemiddeld . . . . .	7,92	7,88
	7,90	7,85
17752 . . . . .	7,56	7,60
	7,58	7,58
Gemiddeld . . . . .	7,57	7,59
17753 . . . . .	6,24	6,24
	6,28	6,28
Gemiddeld . . . . .	6,26	6,26

Uit tabel 82 volgt, dat bij de vochtbepaling geen fouten tengevolge van de sorptie worden gemaakt, aangezien de vochtgehalten dezelfde zijn of nu boven  $\text{CaCl}_2$  dan wel boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  in vacuum wordt afgekoeld. Een en ander kan samenhangen met het feit, dat wij vochtdoosjes met ingeslepen, overigens los daarop liggend, deksel gebruiken en deze doosjes in de exsiccatoren met deze deksels zijn voorzien. Aangezien bij de pipetanalyse wordt uitgegaan van luchtdrogen grond en met behulp van dit vochtgehalte de gehalten worden omgerekend op drogen grond, kan hierdoor geen fout worden gemaakt.

Ongeacht het bovenstaande heeft de practijk geleerd, dat het gewenscht is, dat bij alle wegingen dezelfde omstandigheden heerschen. Het is dan ook gebleken, dat de beste resultaten worden verkregen, indien bij alle wegingen dezelfde schaaltes op dezelfde plaats in denzelfden exsiccator worden geplaatst en de weging van deze schaaltes ook steeds in dezelfde volgorde plaats vindt, hetgeen dan ook steeds geschiedt resp. geschied is.

b. Enkele proefnemingen ter globale bepaling van de fout, gemaakt tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster.

Wat de totale fout van de analyse betreft, kan worden opgemerkt, dat deze van tweeërlei oorsprong is. In de eerste plaats is deze afkomstig van de resteerende heterogeniteit van het grondmonster, hoe goed deze ook gemengd moge zijn. Deze fout is bij goed gemengde grondmonsters in elk geval klein en in het algemeen kan dan ook deze fout buiten beschouwing blijven. Een ander gedeelte van de fout betreft de eigenlijke analysefout en deze zal hieronder verder worden nagegaan. Dit neemt niet weg, dat een tweetal onderzoeken besproken zullen worden, waarbij althans getracht werd de grootte-orde van de fout vast te stellen, die alleen tengevolge van de heterogeniteit optreedt.

De eerste methode berust hierop, dat in een zelfde suspensie de analyses in tweevoud worden herhaald. Om fouten van anderen aard te vermijden, moet daarbij van een voldoende hoeveelheid suspensie worden uitgegaan. In het hier onderzochte geval werd uitgegaan van 2,5 liter. De bepalingen werden telkens in duplo verricht. De resultaten zijn reeds gedeeltelijk eerder besproken en medegedeeld in tabel 58 en 59.

Uit tabel 58 en 59 volgt, dat de verschillen tusschen de duplobepalingen, d.w.z. tusschen de bepalingen, waarbij na denzelfden tijd na het homogeniseeren en op dezelfde diepte onder den vloeistofspiegel wordt gepipeteerd, van dezelfde grootte-orde zijn als bij de gewoon uitgevoerde onderzoeken. Hier krijgt men dus den indruk, dat de fout tengevolge van de heterogeniteit van het grondmonster klein is ten opzichte van de analysefout.

Een tweede methode, waarop dit is nagegaan, is de volgende:

$3 \times 10$  gram grond werd op de gewone wijze (per 10 gram) voorbereid, uitgewasschen, gezeefd en met  $(\text{COONa})_2$  gekookt. De inhoud van de drie kookkolven werd nu in een 3-liter maatkolf gespoeld, waarna de inhoud daarvan met gedestilleerd water op 3 liter werd gebracht. Nu werden 3 van de gewone cilinderglazen op een rij geplaatst, de inhoud van de 3-liter maatkolf goed gehomogeniseerd, waarna vlug na elkaar van links naar rechts een scheutje van de suspensie in de 3 cilindern werd gebracht. De resteerende inhoud van de 3-liter maatkolf werd opnieuw gehomogeniseerd, waarna weer vlug achter elkaar, echter nu van rechts naar links, een scheutje van de suspensie in de 3 cilindern werd gebracht. Dit werd herhaald, waarbij nu in den middelsten cylinder het eerst een scheutje van de suspensie werd gegoten. Dit alles werd zoo vaak herhaald tot alle suspensie uit de 3-liter maatkolf in de drie cilindern was overgebracht, die dus elk ongeveer 1 liter van dezelfde suspensie bevatten. In de suspensie in deze drie cilindern werden nu op de gewone wijze de gehalten van een aantal fracties bepaald. De resultaten zijn in tabel 73 medegedeeld. De daarvoor gebruikte grondmonsters waren weer de monsters B 17752 en 17753.

Uit tabel 73 blijkt, dat de verschillen, die in de gehalten van dezelfde fracties optreden, van dezelfde grootte-orde zijn als de foutengrenzen van de gewoon uitgevoerde analyses. Ook hieruit krijgt men den indruk, dat de fout tengevolge van de heterogeniteit van het grondmonster niet groot is. Dit staat echter, gezien het geringe aantal onderzoeken, daarover geenszins

TABEL 73

Grondmonster	Gehalten in % op droge stof						
	< 2 $\mu$	2-8 $\mu$	8-16 $\mu$	< 16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$	> 35 $\mu$
17 B 752	67,2	21,4	5,2	93,8	0	0	93,8
Rivierkleigrond	66,7	20,6	6,8	94,1	0	0,9	95,0
	67,4	21,0	5,7	94,1	0	0	94,1
Gemiddeld . . . .	67,1	21,0	5,9	94,0	0	0,3	94,3
17 B 753	63,6	15,0	0,8	79,4	0,5	1,3	81,2
Leemgrond	64,4	14,2	0,5	79,1	0,3	1,6	81,0
	64,6	14,2	1,3	79,9	0	0,6	80,5
Gemiddeld . . . .	64,1	14,5	0,9	79,5	0,3	1,2	81,0

vast. In elk geval wordt echter de fout veroorzaakt door de resteerende heterogeniteit van het monster ook kleiner, naarmate van meer grond wordt uitgegaan.

c. Bepaling van de fout, tijdens het indampen, drogen, afkoelen in den exsiccator en het wegen ontstaan

Komen we nu terug op de eigenlijke fout van de analyse, dan kan worden opgemerkt, dat deze op haar beurt weer uit verschillende fouten bestaat. De weegfout is hier te verwaarloozen, aangezien alle wegingen werden verricht op een balans met luchtdemping, waarvan de gevoeligheid en nauwkeurigheid zeker meer dan 0,5 mg bedraagt, maar waarbij de wegingen tot 0,5 mg werden afgerond.

Het was verder reeds verschillende malen gebleken, dat het gewicht van dezelfde nikkelen schalen, waarin de 20 cc gepipeteerde suspensie op een waterbad tot droog werd ingedampt om vervolgens in een droogstoof te worden nagedroogd, wel eens enkele milligrammen kan verschillen. Om nu na te gaan, in hoeverre dit in verband staat met de sorptie van water, werden eenige schalen leeg en schoon gedurende 3 uur in een droogstoof bij 105° C verhit en in een gewonen exsiccator boven CaCl<sub>2</sub> afgekoeld en gewogen. Deze schalen werden nu opnieuw gedurende 3 uur in een droogstoof bij 105° C verhit en weer in een gewonen exsiccator boven CaCl<sub>2</sub> afgekoeld en gewogen. Dit werd nog eens herhaald. De resultaten van deze 3 wegingen zijn in tabel 74 aangegeven.

Aangezien moeilijk is aan te nemen, dat de leege schalen na 3 uur verhitting bij 105° C nog niet droog zouden zijn, volgt dus uit tabel 74, dat alleen bij de droging en weging van de nikkelen schalen reeds een fout kan ontstaan van 1,5 mg.

Om na te gaan welke fout de sorptie van water zou kunnen veroorzaken, werden de gepipeteerde 20 cc vloeistof voor de bepaling van de fracties van de monsters B 17752 en 17753 na indampen tot droog eenige malen achter elkaar in de nikkelen schalen gedurende 1 uur resp. gedurende 3 uur bij

TABEL 74

Schaal	Gewichten der schalen in g			Verschil tusschen 2e en 1e resp. 3e en 1e weging in mg	
	1e weging	2e weging	3e weging	1e — 2e	1e — 3e
1 . . . . .	47,1900	47,1885	47,1890	1,5	1,0
2 . . . . .	47,5375	47,5360	47,5365	1,5	1,0
3 . . . . .	47,7130	47,7115	47,7120	1,5	1,0
4 . . . . .	47,3555	47,3540	47,3540	1,5	1,5

105° C verhit en dan zoowel in een gewonen exsiccator als gedeeltelijk ook boven  $P_2O_5$  in een vacuum exsiccator afgekoeld en gewogen. De resultaten daarvan zijn in tabel 75 aangegeven.

Uit tabel 75 blijkt, dat afkoeling boven  $P_2O_5$  in een vacuum exsiccator geen verbetering beteekent ten opzichte van de afkoeling boven  $CaCl_2$  in een gewonen exsiccator. Ten opzichte van de eerste weging werden immers zoowel hogere als lagere waarden verkregen. Bovendien zijn de afwijkingen van dezelfde grootte-orde. Het gebruik van  $P_2O_5$  en vacuumexsiccatoren geeft dus geen voordeelen, hetgeen daarom van belang is, aangezien het gebruik van gewone exsiccatoren en  $CaCl_2$  veel eenvoudiger is. Verder blijkt, dat, indien van 10 gram grond wordt uitgegaan en tenslotte hieruit na de voorbereiding enz. een suspensie van 1 liter wordt verkregen en hieruit 20 cc suspensie wordt gepipeteerd, zich hierin hoogstens  $10\,000 \cdot 0,020 = 200$  mg kan bevinden. Volgens reeds medegedeelde onderzoeken zal de fout tengevolge van de sorptie hoogstens rond 1 % zijn of dus 2 mg verschil kunnen geven (bij weging van de fractie kleiner dan  $2 \mu$  kan deze fout iets grooter zijn, indien het gehalte 100 % zou zijn, hetgeen echter nooit het geval is). Dit ligt binnen de foutengrenzen, waarmede om andere redenen rekening moet worden gehouden.

De bovenbeschreven resultaten zijn dan ook verklaarbaar; alleen uit een groot materiaal zou kunnen worden afgeleid, dat gemiddeld genomen het gewicht na afkoelen boven  $P_2O_5$  in vacuum kleiner is dan na afkoelen boven  $CaCl_2$  in een gewonen exsiccator. Hieruit volgt mijns inziens, dat het weinig zin heeft voor iedere bepaling afzonderlijk een correctie voor de sorptie aan te brengen, te meer aangezien deze correctie klein blijft. In het algemeen is deze correctie bij de in deze publicatie vermelde resultaten dan ook nooit aangebracht, behoudens dan in bijzondere gevallen, waarbij dit echter uitdrukkelijk is aangegeven. Alleen voor het gemiddelde van een groot aantal bepalingen lijkt mij deze correctie van belang, waarvoor — zie blz. 881 van deze publicatie — reeds een voorstel werd gedaan.

De verschillen tusschen de herhaalde wegingen en afkoelingen boven  $CaCl_2$  hebben maximaal 5 mg bedragen. Telt men hierbij op de fouten, die bij het drogen, afkoelen en wegen van de leege nikkelen schalen worden gemaakt, dan zullen blijkbaar fouten tot ongeveer 6 mg toe gemaakt kunnen worden, zij het dan ook, dat gewoonlijk deze fouten veel kleiner zullen zijn. Indien van 10 gram grond en 1 liter suspensie wordt uitgegaan, beteekent dit

dus een fout van 3 %, berekend op de droge stof. Zeer waarschijnlijk zal men de bij de analyse optredende fout dan ook belangrijk kunnen verkleinen, indien van meer grond — bijv. 20 gram — wordt uitgegaan en eveneens

TABEL 75

Grondmonster N <sup>o</sup> . fractie en gebruikte peptisator	Gewicht schaal + fractie na droging gedurende 1 uur bij 106° C en na afkoeling in een gewonen exsiccator boven CaCl <sub>2</sub>	Verschil gewicht schaal + fractie in mg na de 2de keer, 3de keer, enz. drogen. Afgekoeld werd in een gewonen exsiccator boven CaCl <sub>2</sub> ; gedroogd werd bij 105° C gedurende					Zelfde als vorige kolommen; gedroogd 3 uur bij 105° C, afgekoeld in vacuum exsic- cator boven P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 7e—1ste
		2de	3de	4de	5de	6de	
		1 uur 2de—1ste	1 uur 3de—1ste	3 uur 4de—1ste	3 uur 5de—1ste	3 uur 6de—1ste	
17752 < 35 NH <sub>4</sub> OH .	54,9355	- 2,0	- 1,0	- 2,0	- 1,5	- 1,5	+ 0,5
17752 < 35 NH <sub>4</sub> OH .	52,3460	- 0,5	+ 1,0	- 0,5	+ 0,5	- 1,5	+ 1,0
17752 < 35 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	54,2565	- 3,5	- 0,5	- 3,0	0	- 2,5	- 2,0
17752 < 35 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	53,2965	- 4,5	- 1,5	- 3,5	- 1,0	- 3,5	- 2,5
17752 < 35 (COONa) <sub>2</sub>	53,2460	- 4,5	- 1,0	- 3,0	- 0,5	- 3,0	- 2,5
17752 < 35 (COONa) <sub>2</sub>	52,1550	- 3,5	- 1,0	- 2,5	0	- 1,5	- 1,0
17753 < 35 NH <sub>4</sub> OH .	52,6790	- 0,5	+ 1,0	- 1,0	+ 0,5	- 1,0	- 0,5
17753 < 35 NH <sub>4</sub> OH .	53,8945	- 0,5	+ 1,5	- 0,5	+ 1,5	0	+ 1,0
17753 < 35 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	53,4320	- 3,0	- 1,0	- 2,0	0	- 0,5	- 0,5
17753 < 35 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	53,5455	- 3,5	- 2,0	- 2,5	0	- 1,0	0
17753 < 35 (COONa) <sub>2</sub>	53,0950	- 3,0	0	- 1,5	+ 0,5	- 0,5	+ 0,5
17753 < 35 (COONa) <sub>2</sub>	53,3760	- 2,0	+ 0,5	- 1,0	+ 0,5	- 0,5	0
17752 < 25 NH <sub>4</sub> OH .	51,9900	- 0,5	- 2,5	- 0,5	+ 0,5	+ 0,5	Aangezien
17752 < 25 NH <sub>4</sub> OH .	52,2385	- 1,0	- 2,5	- 0,5	0	0	er geen ver-
17752 < 25 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	53,4630	- 1,0	- 3,0	- 1,5	0	0	schillen op-
17752 < 25 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	53,3685	- 1,0	- 3,0	- 1,0	0	0	traden met
17752 < 25 (COONa) <sub>2</sub>	53,2890	- 1,0	- 2,5	- 0,5	0	0	de vorige
17752 < 25 (COONa) <sub>2</sub>	52,6785	- 1,5	- 2,0	0	0	0	wegingen,
17753 < 25 NH <sub>4</sub> OH .	54,6455	- 0,5	- 1,5	- 0,5	+ 1,5	0	is dit onder-
17753 < 25 NH <sub>4</sub> OH .	53,0860	- 0,5	- 1,0	0	+ 1,0	0	zoek ge-
17753 < 25 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	57,7875	- 1,5	- 1,5	+ 0,5	+ 1,0	0	staakt
17753 < 25 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	52,4635	- 0,5	- 2,0	+ 0,5	+ 1,5	0	
17753 < 25 (COONa) <sub>2</sub>	50,9215	- 0,5	- 1,5	+ 0,5	+ 1,0	0	
17753 < 25 (COONa) <sub>2</sub>	54,3220	- 1,5	- 1,0	+ 0,5	+ 1,0	0	
17752 < 16 NH <sub>4</sub> OH .	46,6560	+ 0,5		+ 1,5	- 1,0	0	
17752 < 16 NH <sub>4</sub> OH .	46,5580	0		- 1,0	+ 0,5	0	
17752 < 16 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,0330	0		- 1,0	- 1,5	0	
17752 < 16 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	46,1245	+ 1,0		+ 0,5	- 1,0	0	
17752 < 16 (COONa) <sub>2</sub>	46,4460	+ 1,0		- 2,0	- 0,5	0	
17752 < 16 (COONa) <sub>2</sub>	47,3290	+ 1,0		- 1,0	0	0	
17753 < 16 NH <sub>4</sub> OH .	47,2795	+ 0,5		- 2,0	- 1,0	0	
17753 < 16 NH <sub>4</sub> OH .	47,5765	+ 0,5		- 2,0	- 0,5	0	
17753 < 16 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	46,1265	+ 1,5		- 0,5	+ 2,0	0	
17753 < 16 Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,0750	+ 0,5		- 1,0	+ 1,5	0	
17753 < 16 (COONa) <sub>2</sub>	46,2470	0		- 1,0	+ 1,0	0	
17753 < 16 (COONa) <sub>2</sub>	49,3265	+ 0,5		0	+ 0,5	0	
17752 < 8 NH <sub>4</sub> OH .	46,1020	+ 0,5		- 1,5	0	0	

TABEL 75 (Vervolg).

Grondmonster N <sup>o</sup> . fractie en gebruikte peptisator	Gewicht schaal + fractie na droging gedurende 1 uur bij 105° C en na afkoeling in een gewonen exsiccator boven CaCl <sub>2</sub>	Verschil gewicht schaal + fractie in mg na de 2de keer, 3de keer, enz. drogen. Afgekoeld werd in een gewonen exsiccator boven CaCl <sub>2</sub> ; gedroogd werd bij 105° C gedurende					Zelfde als vorige kolommen; gedroogd 3 uur bij 105° C, afgekoeld in vacuum exsiccator boven P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 7de—1ste
		2de		3de		4de	
		1 uur 2de—1ste	1 uur 3de—1ste	3 uur 4de—1ste	2 uur 5de—1ste	3 uur 6de—1ste	
17752 < 8 NH <sub>4</sub> OH .	47,3300	- 1,0		- 3,0	- 2,5		
17752 < 8 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,9070	- 2,0		- 3,0	- 3,0		
17752 < 8 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	44,7745	0		- 1,5	- 1,0		
17752 < 8 (COONa) <sub>2</sub>	46,8205	+ 0,5		- 2,0	- 1,5		
17752 < 8 (COONa) <sub>2</sub>	44,9445	- 0,5		- 2,5	- 1,5		
17753 < 8 NH <sub>4</sub> OH .	44,8415	- 0,5		- 1,5	- 1,5		
17753 < 8 NH <sub>4</sub> OH .	46,9385	0		- 1,0	- 1,0		
17753 < 8 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,0745	- 0,5		- 1,5	- 1,0		
17753 < 8 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	48,7465	- 1,5		- 1,0	- 1,0		
17753 < 8 (COONa) <sub>2</sub>	46,3720	0		0	+ 0,5		
17753 < 8 (COONa) <sub>2</sub>	38,7830	0		0	+ 0,5		
17752 < 2 NH <sub>4</sub> OH .	47,6415			- 5,0	- 2,5		
17752 < 2 NH <sub>4</sub> OH .	47,2335			- 2,5	- 1,5		
17752 < 2 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,9620			- 3,0	- 1,5		
17752 < 2 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	47,8630			- 3,0	- 2,0		
17752 < 2 (COONa) <sub>2</sub>	47,3445			- 3,5	- 1,5		
17752 < 2 (COONa) <sub>2</sub>	48,0130			- 2,0	- 1,0		
17753 < 2 NH <sub>4</sub> OH .	47,5590			- 3,0	- 1,5		
17753 < 2 NH <sub>4</sub> OH .	45,9600			- 2,0	- 1,0		
17753 < 2 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	46,6340			- 0,5	+ 0,5		
17753 < 2 Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	41,4805			0	0		
17753 < 2 (COONa) <sub>2</sub>	47,3330			- 0,5	+ 0,5		
17753 < 2 (COONa) <sub>2</sub>	47,4660			- 1,0	- 1,0		

1 liter suspensie wordt gemaakt. In dit geval beteekent immers een verschil in gewicht van 4 mg van de ingedampde massa afkomstig van de 20 cc gepipeteerde suspensie slechts 1 %. Zijn de fouten, uitgaande van 20 gram grond, eveneens maximaal 6 mg, dan beteekent dit, dat deze fout tot maximaal 1,5 % is teruggebracht. Door van meer grond uit te gaan, wordt bovendien de fout tengevolge van de resterende heterogeniteit van het grondmonster ook na het meest zorgvuldig mengen kleiner<sup>199)</sup>. Bedenken we, dat de hoeveelheid fractie in de nikkelen schalen maximaal 400 mg kan bedragen, dan lijkt dit laatste wel zeer waarschijnlijk. Bij enkele monsters werd dit

<sup>199)</sup> Van meer dan 20 gram grond kan niet worden uitgegaan, aangezien dan moeilijkheden optreden bij het natzeven. Aangezien dit natzeven met behulp van een zeefmachine kan worden uitgevoerd, grootere zeven dan nu kunnen worden gebruikt, is het mogelijk, dat nog van meer dan 20 gram grond zou kunnen worden uitgegaan, indien de wenschelijkheid daarvan tenminste nog mocht blijken.

voor de fractie  $< 35 \mu$  nog eens nagegaan. De resultaten van deze bepalingen, waarbij van 20 g grond werd uitgegaan, zijn in tabel 76 medegedeeld. In deze gevallen werd dus afgekoeld boven  $\text{CaCl}_2$  in een gewonen exsiccator.

Uit tabel 76 volgt, dat bij de weging van de ingedampde en nagedroogde massa afkomstig van 20 cc suspensie geen grotere fout dan 2,5 mg is voor-

TABEL 76

Grondmonster N°.	Fractie $< 35 \mu$ , afkomstig van 20 gram grond per liter suspensie. Afgekoeld boven $\text{CaCl}_2$ in een gewonen exsiccator *)		
	1e weging 1 uur op $105^\circ \text{C}$	2e weging 2 uur op $105^\circ \text{C}$	Vershil 2e en 1e weging in mg
2049 . . . . .	54,8650	54,8675	+ 2,5
2049 . . . . .	52,2825	52,2840	+ 1,5
2053 . . . . .	54,3515	54,3530	+ 1,5
2053 . . . . .	53,3960	53,3960	0
2054 . . . . .	53,3875	53,3895	+ 2,0
2054 . . . . .	52,2955	52,2965	+ 1,0
2624 . . . . .	52,7365	52,7380	+ 1,5
2624 . . . . .	53,9480	53,9490	+ 1,0
2871 . . . . .	53,4630	53,4640	+ 1,0
2871 . . . . .	53,5715	53,5715	0
17753 . . . . .	53,2450	53,2455	+ 0,5
17753 . . . . .	53,5220	53,5220	0

\*)  $(\text{COONa})_2$  was hier als peptisator gebruikt.

gekomen. Deze fout is dus ongeveer even groot als bij de ingedampde en nagedroogde massa afkomstig van 20 cc suspensie, waarbij van 10 gram grond was uitgegaan.

#### d. Verkleining van de afwijkingen van duplobepalingen

Reeds eerder werd aangetoond, dat een verhoging van de concentratie van de suspensie, bijv. door in plaats van 10, van 20 of 30 gram grond uit te gaan, de peptisatie niet beïnvloedt.

Om na te gaan welken invloed het feit, dat van 20 in plaats van 10 gram grond werd uitgegaan, op de foutengrens heeft, werden nog eens de analyses verricht met 18 van de 19 grondmonsters, waarvan reeds de analyses bekend zijn, indien van 10 gram grond werd uitgegaan. Van één van de monsters was niet voldoende materiaal meer aanwezig. Hierbij werd de analyse uitgevoerd, zóóals deze, in sub B, II § 2, is beschreven, indien van 20 gram grond wordt uitgegaan. Hierbij werd dus bij de voorbereiding 100 cc  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % en 125 cc  $\text{HCl}$  0,2 N (overmaat) gebruikt; uitgewassen werd tot 0,8 liter was doorgelopen. Het natzeven geschiedde op de gewone wijze tot omstreeks 0,8 liter, terwijl de suspensie 15 minuten met  $(\text{COONa})_2$  0,005 M werd gekookt. Voor de bepaling van de gloeirest werd uitgegaan van 100 cc waschvloeistof; de droogrest werd tweemaal met 10 cc geconcentreerde  $\text{HNO}_3$  behandeld en

daarna gegloeid. Deze gloeirest werd bij gronden, die  $\text{CaCO}_3$  bevatten, op de gewone wijze gecorrigeerd. Van deze gloeirest werd bovendien 0,5 %

TABEL 77

*Uitgegaan werd van 20 gram grond; peptisator  $(\text{COONa})_2$  0,005 M*

N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorrigeerde gloeirest*)	Subfracties						Som
				2 μ V	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ Λ	
2049	0,1	0,7	1,4	13,3	4,5	2,6	2,8	1,3	71,5	98,2
	0,1	0,7	1,5	14,2	3,5	2,7	4,0	1,0	71,5	99,2
	0,1	0,7	1,5	13,7	4,0	2,7	3,4	1,1	71,5	98,7
2053	0	1,3	2,5	37,3	11,7	8,9	8,3	6,9	23,2	100,1
	0	1,3	2,7	37,3	12,2	8,7	9,0	6,7	21,7	99,6
	0	1,3	2,1	37,3	12,0	8,8	8,6	6,8	22,5	99,9
2054	0	1,3	3,0	49,7	15,9	7,2	7,5	5,1	10,7	100,4
	0	1,3	2,9	49,4	14,7	9,5	7,6	4,0	10,5	99,9
	0	1,3	3,0	49,5	15,3	8,4	7,5	4,6	10,6	100,2
2624	0	0,6	1,6	24,6	5,6	3,1	7,0	11,2	46,7	100,4
	0	0,6	1,5	26,0	3,5	3,8	7,7	11,4	46,4	100,9
	0	0,6	1,6	25,3	4,5	3,5	7,3	11,3	46,6	100,7
2871	0	1,7	2,1	25,3	9,7	5,2	4,4	3,8	47,3	99,5
	0	1,7	1,8	25,3	9,6	4,4	4,9	3,2	49,3	100,2
	0	1,7	2,0	25,3	9,6	4,8	4,7	3,5	48,3	99,9
2929	0,7	1,6	1,4	12,7	3,1	2,9	3,8	6,8	66,0	99,0
	0,7	1,6	1,6	12,8	2,7	3,2	2,9	7,2	66,2	98,9
	0,7	1,6	1,5	12,8	2,9	3,0	3,4	7,0	66,1	99,0
7978	0	1,5	2,9	60,9	13,5	8,3	5,1	4,8	5,9	103,1
	0	1,5	2,7	60,5	13,9	6,7	6,4	3,3	6,2	101,2
	0	1,5	2,8	60,7	13,7	7,5	5,8	4,0	6,1	102,1
8400	0	0,8	2,2	35,9	7,2	7,6	6,5	9,8	31,4	101,4
	0	0,8	2,0	35,5	8,0	7,2	7,8	9,7	31,5	102,5
	0	0,8	2,1	35,7	7,6	7,4	7,2	9,7	31,5	102,0
20869	0,1	1,6	1,5	28,9	8,0	8,8	9,3	14,5	27,6	100,3
	0,1	1,6	1,4	28,7	8,5	8,4	9,8	13,1	28,2	99,8
	0,1	1,6	1,5	28,8	8,2	8,6	9,6	13,8	27,9	100,1



TABEL 77 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorri- geerde gloeirest*)	Subfracties						Som
				2 μ ∇	2-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ	35 μ ∧	
20892	0	1,1	1,5	38,4	8,4	9,7	8,9	12,0	21,1	101,1
	0	1,1	1,4	39,5	8,1	9,3	9,5	12,6	21,0	102,5
	0	1,1	1,5	38,9	8,3	9,5	9,2	12,3	21,0	101,8
15120	0	4,6	2,7	48,8	14,0	11,7	9,0	6,5	4,8	102,1
	0	4,6	2,6	49,6	12,8	11,5	9,2	6,5	4,8	101,6
	0	4,6	2,7	49,2	13,4	11,6	9,1	6,5	4,8	101,9
6789	0	0,6	2,0	63,6	5,0	4,0	5,3	7,3	13,4	101,2
	0	0,6	2,3	63,8	5,2	3,7	6,5	7,3	13,6	103,0
	0	0,6	2,2	63,7	5,1	3,8	5,9	7,3	13,5	102,1
7288	4,0	6,7	5,4	75,4	7,3	0,3	0,7	1,6	2,8	104,2
	4,0	6,7	5,8	76,2	7,2	0,1	0,3	0,5	2,7	103,5
	4,0	6,7	5,6	75,8	7,3	0,2	0,5	1,0	2,8	103,9
833	0,1	1,1	2,3	57,9	17,8	8,1	2,9	4,4	7,9	102,5
	0,1	1,1	2,3	58,5	16,3	8,0	3,0	3,7	7,8	100,8
	0,1	1,1	2,3	58,2	17,1	8,0	3,0	4,0	7,9	101,7
Soedan 7644	2,4	0,7	3,9	62,3	8,3	3,0	2,4	4,6	15,5	103,1
	2,4	0,7	3,8	62,1	6,3	4,8	2,6	4,4	15,2	102,3
	2,4	0,7	3,9	62,2	7,3	3,9	2,5	4,5	15,3	102,7
7663	0	5,1	2,1	44,9	14,5	13,0	8,7	6,6	4,4	99,3
	0	5,1	2,7	44,9	14,2	13,0	9,1	6,8	4,9	100,6
	0	5,1	2,4	44,9	14,3	13,0	8,9	6,7	4,7	100,0
17752	0,2	2,1	3,1	67,8	19,7	6,6	1,0	0	1,0	101,5
	0,2	2,1	2,9	67,3	20,7	5,4	2,3	0,3	1,1	102,3
	0,2	2,1	3,0	67,6	20,2	6,0	1,6	0,2	1,0	101,9
17753	0	5,2	3,2	66,6	10,8	1,9	0,9	0,3	14,4	103,3
	0	5,2	3,6	65,4	11,8	0,5	2,1	0	14,1	102,7
	0	5,2	3,4	66,0	11,3	1,2	1,5	0,2	14,2	103,0

\*) Een correctie voor het SO<sub>3</sub>-gehalte werd aangebracht. De gloeirest is dus gecorrigeerd voor het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van den grond en voor het SO<sub>3</sub>-gehalte van de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

afgetrokken als correctie voor het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Geen correctie werd voor de sorptie van water aangebracht.

Bij het bovenstaande kan nog worden opgemerkt, dat het zeven, indien van 20 gram grond wordt uitgegaan, moeilijker is en meer spoelwater kost, dan indien van 10 gram grond wordt uitgegaan. Tijdens het natzeven moet men dan ook het spoelwater zuinig gebruiken, zoodat de hoeveelheid door de zeef gelooopen suspensie niet boven 1 liter uitkomt. Om deze reden en trouwens ook om de concentratie van de suspensie niet te groot te maken, werd er dan ook van afgezien de bovenbedoelde analyse bovendien zoo uit te voeren, dat van 30 gram grond werd uitgegaan.

De resultaten van deze analyses zijn in tabel 77 aangegeven. In tabel 57 zijn reeds de reeds eerder verkregen resultaten, waarbij van 10 gram grond werd uitgegaan, vergeleken met die, waarbij van 20 gram grond werd uitgegaan. In deze tabel zijn alleen de gemiddelde cijfers van duplobepalingen vermeld.

Uit tabel 57 volgt, dat binnen de foutengrenzen gelijke resultaten worden verkregen. De middelbare fouten van één bepaling zijn eveneens onderaan tabel 57 aangegeven. Deze werden berekend volgens de formule: m.f. =

$\sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{2n}}$ , waarin  $n$  het aantal monsters,  $2n$  het aantal bepalingen en  $\Delta$  het verschil tusschen de duplobepalingen voorstelt.

De middelbare fout van één bepaling is blijkens tabel 57 veel kleiner, indien van 20 dan indien van 10 gram grond wordt uitgegaan. Ditzelfde is het geval met de maximale afwijking (= maximaal verschil) tusschen duplobepalingen. *Hieruit volgt dan ook, dat het aanbeveling verdient van 20 in plaats van 10 gram grond uit te gaan.*

Een uitzondering op het voorgaande vormt de fractie  $> 35 \mu$ , waarbij zoowel de middelbare fout als de maximale afwijking iets is toegenomen. Dit laatste is begrijpelijk, aangezien het zeven moeilijker is, indien van 20 dan indien van 10 gram grond wordt uitgegaan. Een tweede uitzondering hierop vormt de gloeirest. Dit is echter niet te begrijpen, aangezien immers zoowel van meer vloeistof als van meer grond werd uitgegaan<sup>200)</sup>. Bij herhalingen bleek echter deze fout, indien van 10 gram grond wordt uitgegaan, abnormaal laag te zijn geweest. Deze is dan ook zeker groter, indien van 10 dan indien van 20 gram wordt uitgegaan. Deze uitzondering is daarmee verdwenen.

Wat de som van alle fracties, van het  $\text{CaCO}_3$ - en het humusgehalte en van de gloeirest betreft, indien deze niet gecorrigeerd is voor  $\text{SO}_3$ , blijkt; dat deze som gemiddeld genomen dezelfde is, of van 20 dan wel van 10 gram grond wordt uitgegaan. Dit resultaat is dus in overeenstemming met het feit, dat de correctie van de gloeirest steeds 0,45 % is, onafhankelijk van het feit of van 10 dan wel van 20 gram grond is uitgegaan.

<sup>200)</sup> Oorspronkelijk werd immers slechts 50 cc vloeistof ingedampd, terwijl toen van 10 gram grond werd uitgegaan, waarbij dus de gloeirest in grammen uitgedrukt met  $\pm 200$  moest worden vermenigvuldigd om deze in procenten op drogen grond aan te geven. Nu werd van 20 gram grond uitgegaan en 100 cc vloeistof ingedampd, waardoor de gloeirest, uitgedrukt in grammen, slechts met  $\pm 50$  vermenigvuldigd behoeft te worden om deze in procenten op drogen grond om te rekenen.

Vatten we de verkregen resultaten nog eens kort samen, dan blijkt, dat de foutengrens van de bepaling aanmerkelijk terugloopt, indien van 20 dan indien van 10 gram grond wordt uitgegaan. Het verdient dan ook aanbeveling van 20 in plaats van 10 gram grond uit te gaan.

§ 10. De som van de gehalten van alle fracties, vermeerderd met het gehalte aan humus en koolzure kalk en met de gloeirest, moet na aanbrenging van de noodige correcties 100 % zijn; de na de voorbereiding resterende humusgehalten.

Tellen we de gehalten van de fracties, van de  $\text{CaCO}_3$ , van de humus en van de gloeirest bij elkaar op, dan moet de som 100 % zijn. Aangezien tijdens de analyse altijd iets, zij het dan ook zeer weinig, verloren gaat, moet de gemiddelde som van een groot aantal analyses iets onder de 100 % liggen.

Uit de tot nu toe besproken analyses blijkt echter reeds (zie ook sub B, II, van dit hoofdstuk), dat de som van verschillende analyses belangrijk boven de 100 % uitkomt. Soms kan dit percentage echter ook niet onbelangrijk onder de 100 % liggen. De oorzaak schuilt (zie echter ook sub B, III) dan in het feit, dat het gehalte van de fractie  $< 35 \mu$  (= gehalte van de fractie, die de zeef tijdens het natzeven passeert) verkeerd is bepaald; de analyse moet dan worden herhaald <sup>201</sup>). Dit treedt bij het gebruik van een zeef van  $35 \mu$  uiteraard uiterst zelden op; vaker is dit het geval, indien een zeef van  $50 \mu$  wordt gebruikt. In dit laatste geval moet de analyse worden herhaald met een zeef van  $35 \mu$  <sup>202</sup>).

Bepalen we ons verder tot de, met de grootste nauwkeurigheid verrichte, analyses — dus waarbij van 20 gram grond werd uitgegaan —, dan blijkt uit tabel 57, dat na correctie voor het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de  $\text{H}_2\text{O}_2$  de som van alle fracties, van het humus- en  $\text{CaCO}_3$ -gehalte en van de gloeirest zelfs gemiddeld genomen nog iets boven de 100 % uit te komen (nl. 101,2 %). Trekken we hiervan nog de sorptie af (0,16 % per 10 % fractie  $< 2 \mu$ ), of dus gemiddeld rond 0,7 %, dan blijft 100,5 % over, zoodat voor deze grondmonsters inderdaad de som gemiddeld genomen vrijwel op 100 % komt.

Het bovenstaande neemt echter niet weg, dat toch onder de, in deze tabel 57 genoemde, grondmonsters enkele voorkomen, waarbij deze som zoo ver boven 100 % ligt, dat deze door een correctie voor de sorptie niet op 100 % gebracht kan worden. Zooals in sub B, III zal blijken, is dit voor de meeste, humeuze gronden of veengronden het geval. Hier moet dus nog een andere oorzaak in het spel zijn. Nu was het ons reeds lang bekend, dat

<sup>201</sup>) In een enkel geval, bij gebruik van geconcentreerder HCl dan gewoonlijk bij de voorbereiking wordt gebruikt — zie tabel 35 —, werd ook wel eens een belangrijk lagere som dan 100 % gevonden, waarvoor vermoedelijk een andere oorzaak zal zijn (zie aldaar). Van belang is dit overigens niet, aangezien deze concentraties voor de voorbereiking van gronden voor de bepaling van de granulaire samenstelling toch niet gebruikt zullen worden. Zie echter ook sub III van dit hoofdstuk.

<sup>202</sup>) Door de tijdsomstandigheden is het namelijk niet meer mogelijk gaas van  $35 \mu$  te verkrijgen (door de fabriek als  $30 \mu$  aangeduid), maar moet met een grover gaas genoegen worden genomen. Hierbij kan het bovengenoemde verschijnsel dus optreden. Enkele zeefjes met gaas van  $35 \mu$  zijn nog voorradig om daarmee de analyses te herhalen, waarbij het bij gebruik van een grover zeefje niet gelukt de som op 100 % te brengen.

na de voorberekking met  $H_2O_2$  niet alle humus verdwenen is. Het lag dan ook voor de hand de betreffende 18 gronden opnieuw voor te bewerken, de voorberekte gronden in te dampen tot droog en hierin de resteerende humusgehalten met behulp van de elementair-analyse te bepalen. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat het zeer de vraag is, of bij de niet-geoxydeerde humus — dus de resteerende humus in den voorberekten grond — nog dezelfde omrekeningsfactoren — nl. om het bepaald C-gehalte op het humusgehalte om te rekenen — geldt, als voor de humus in de natuurlijke gronden (niet voorberekt) het geval is: zie HISSINK en SPITHOST<sup>203</sup>) en SPITHOST<sup>204</sup>). Voor deze gronden is dit van weinig belang, aangezien de resteerende humusgehalten klein zijn. Iets anders wordt dit, indien dit resteerende gehalte belangrijk is, zooals dit bij veengronden meestal het geval is. Hierop zal echter in sub B, III worden teruggekomen. Hierbij moge tevens nog worden opgemerkt, dat alle in deze publicatie gegeven humuscijfers bepaald zijn volgens de elementair-analyse. Voor sommige veengronden werd ook rekening gehouden met het gloeverlies, aangezien voor veengronden met hooge humusgehalten de gloeverliescijfers eerder juist dan minder juist zijn dan de cijfers, verkregen volgens de elementair-analyse; zie echter hiervoor ook sub B, III.

De bepalingen van de resteerende humusgehalten met behulp van de elementair-analyse werden in duplo uitgevoerd. Bij de voorberekking was van 20 gram grond uitgegaan. In tabel 78 zijn de verkregen sommen van

TABEL 78

Grond- monster N <sup>o</sup> .	Som fracties + CaCO <sub>3</sub> + humus + gloeirest (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> en SO <sub>3</sub> )	Som fracties + CaCO <sub>3</sub> + humus + gloeirest (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> en sorptie)	Humusgehalte, bepaald met elem. analyse		Som fracties + CaCO <sub>3</sub> + humus + gloeirest (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> , sorptie en restee- rende humus)
			Oorspr.	Na voor- bewerking	
2049	98,7	98,5	0,7	0,0	98,5
2053	99,9	99,0	1,3	0,1	98,9
2054	100,2	99,4	1,3	0,2	99,2
2624	100,7	110,3	0,6	0,1	100,2
2871	99,9	99,5	1,7	0,1	99,4
2929	99,0	98,8	1,6	0,2	98,6
7978	102,1	101,1	1,5	0,1	101,0
8400	102,0	101,4	0,8	0,2	101,2
20869	100,1	99,8	1,6	0,2	99,4
20892	101,8	101,2	1,1	0,1	101,1
15120	101,9	101,1	4,6	0,6	100,5
6789	102,1	101,1	0,6	0,2	100,9
7288	103,9	102,7	6,7	1,4	101,3
833	101,7	100,8	1,1	0,2	100,6
7644	102,7	101,7	0,7	0,6	101,1
7663	100,0	99,3	5,1	0,6	98,7
17752	101,9	100,8	5,2	0,6	100,2
17753	103,0	101,9	2,1	0,4	101,5
Gemiddeld	101,2	100,5	2,1	0,3	100,2

<sup>203</sup>) D. J. HISSINK en C. SPITHOST, Versl. Landbouwk. Onderz. 38 B, 45, 1932.

<sup>204</sup>) C. SPITHOST, Versl. Landbouwk. Onderz. 38 B, 65, 1932.

TABEL 79

Grondmonster N <sup>o</sup> . B	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> en SO <sub>2</sub> )	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> en sorptie)	Humusgehalte bepaald met elementair-analyse		Som (gecorr. voor resteerende humus, CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> en sorptie)	Grondmonster N <sup>o</sup> . B	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> en SO <sub>2</sub> )	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> en sorptie)	Humusgehalte bepaald met elementair-analyse		Som (gecorr. voor resteerende humus, CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> en sorptie)
			Oorspronkelijk	Na voorbewerking					Oorspronkelijk	Na voorbewerking	
22965	100,6	100,5	4,1	0,71	99,8	23039	99,8	99,2	2,7	0,67	98,5
22966	100,0	99,9	0,8	0,11	99,8	23040	98,8	98,5	4,0	0,33	98,2
22967	99,4	99,3	3,3	0,66	98,6	23041	100,5	100,1	3,6	0,53	99,6
22968	99,3	99,1	0,6	0,16	98,9	23042	99,9	99,5	2,5	0,21	99,3
22969	99,4	99,3	4,4	0,98	98,3	23043	100,2	99,9	2,3	0,47	99,4
22970	99,9	99,7	2,8	0,66	99,0	23044	99,5	99,3	2,5	0,22	99,1
22971	99,2	98,9	0,4	0,08	98,8	23045	99,7	99,4	1,9	0,15	99,2
22972	99,9	99,5	0,3	0,13	99,4	23046	99,4	99,2	2,1	0,14	99,1
22973	100,9	100,0	0,6	0,27	99,7	23047	98,9	98,7	1,8	0,20	98,5
22974	99,6	99,2	0,1	0,08	99,1	23048	100,1	100,0	2,1	0,13	9,9
22975	99,0	98,8	3,2	0,59	98,2	23049	99,4	99,2	2,0	0,07	99,1
22976	99,9	99,5	4,0	0,42	99,1	23050	98,1	98,0	2,1	0,07	97,9
22977	100,6	100,0	4,7	0,56	98,4	23051	97,9	97,7	2,2	0,13	97,6
22978	100,1	100,0	2,9	0,19	99,8	23052	98,4	98,2	2,0	0,15	98,0
22979	98,4	98,3	3,3	0,27	98,0	23053	98,4	98,3	1,6	0,18	98,1
22980	97,7	97,3	1,7	0,39	96,9	23054	100,2	99,6	0,3	0,07	99,5
22981	98,1	97,6	2,3	0,28	97,3	23055	98,8	98,1	2,8	0,90	97,2
22982	97,9	97,6	2,1	0,15	97,4	23056	99,8	99,5	0,7	0,29	99,2
22983	99,1	98,8	2,3	0,23	98,6	23057	100,4	99,9	3,9	0,52	99,4
23006	98,9	98,6	0,1	0,08	98,5	23058	101,3	100,6	2,3	0,18	100,4
23007	98,4	98,1	3,9	1,40	96,7	23059	99,7	99,0	1,4	0,22	98,8
23008	101,9	101,3	4,0	0,83	100,5	23060	98,6	98,1	0,7	0,27	97,8
23009	100,1	99,8	2,6	0,47	99,3	23061	98,8	98,1	0,4	0,12	98,0
23010	99,2	98,9	2,8	1,12	97,8	23062	98,5	97,6	0,6	0,18	97,4
23011	101,2	100,3	10,0	1,23	99,1	23063	99,1	98,8	0,2	0,06	98,7
23012	99,9	99,5	0,1	0,09	99,4	23064	97,9	97,5	6,9	1,07	96,4
23013	99,9	99,6	0,1	0,02	99,6	23065	100,2	99,7	5,0	0,33	99,4
23014	100,2	99,1	0,1	0,26*)	99,0	23066	99,2	98,8	2,4	0,21	98,6
23015	101,0	100,6	3,4	0,72	99,9	23067	98,1	97,9	1,5	0,18	97,7
23016	101,3	100,9	4,7	0,72	100,2	23068	98,6	98,0	2,7	0,58	97,4
23017	100,2	99,9	10,1	1,18	98,7	23441	98,8	98,7	1,8	0,17	98,5
23018	99,9	99,6	15,3	2,11	97,5	23442	99,6	99,5	1,5	0,10	99,4
23019	98,7	98,6	3,4	0,68	97,9	23443	99,8	99,7	1,8	0,25	99,4
23029	100,9	100,3	4,8	0,61	99,7	23444	99,5	99,4	1,6	0,16	99,2
23030	100,8	100,1	4,8	0,64	99,5	23445	98,9	98,8	1,7	0,15	98,6
23031	99,8	99,2	4,9	0,82	98,4	23446	99,8	99,7	1,6	0,23	99,5
23032	97,8	97,1	5,1	0,79	96,3	23447	99,3	99,2	1,6	0,16	99,0
23033	98,2	97,5	3,6	0,14	97,4	23448	99,6	99,2	1,5	0,26	98,9
23034	102,6	101,7	3,5	1,65	100,0	23449	101,7	100,9	2,6	0,26	100,6
23035	102,7	101,9	3,2	1,57	100,3	24461	100,4	99,5	0,5	0,20	99,3
23036	100,4	99,8	5,2	0,57	99,2	23463	103,0	101,6	0,7	0,35	101,2
23037	97,9	97,3	4,4	0,55	96,7	23464	101,5	101,3	0,2	0,12	101,2
23038	97,9	97,3	4,1	0,51	96,8	Gem.	99,6	99,3	2,7	0,40	98,9

\*) Waarschijnlijk foutief; in rekening gebracht als 0,1.

de gehalten van de fracties, van het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte en van het gehalte aan de gloeirest van deze 18 monsters aangegeven (er werd van 20 gram grond uitgegaan). Deze sommen zijn voor het eventueele  $\text{CaCO}_3$ -gehalte van den grond en voor het  $\text{SO}_3$ -gehalte van de  $\text{H}_2\text{O}_2$  gecorrigeerd. Ook werd een correctie voor de sorptie op de aangegeven wijze aangebracht. Verder zijn in deze tabel de oorspronkelijke en de na de voorbereiding resteerende humusgehalten aangegeven, evenals deze sommen; nadat deze voor deze resteerende humusgehalten waren gecorrigeerd. Van alle bepalingen zijn alleen de gemiddelde cijfers van duplobepalingen vermeld.

Het aantal in tabel 78 aangegeven onderzochte monsters is te gering om hieruit een verband tusschen het oorspronkelijk en het resteerend humusgehalte af te leiden. Daarom werd op dezelfde wijze nog eens een groot gedeelte van de monsters onderzocht, die in § 12 nader besproken zullen worden. De resultaten van deze analyses zijn in tabel 79 aangegeven.

Om het verband na te gaan tusschen het oorspronkelijk humusgehalte en het na de voorbereiding met  $\text{HCl}$  en  $\text{H}_2\text{O}_2$  resteerende humusgehalte, werd in een diagram (zie diagram 5) deze humusgehalten tegen elkaar

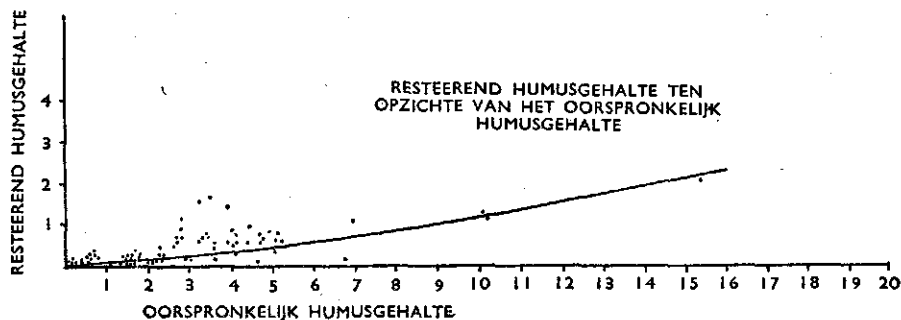


Diagram 5

uitgezet, waarbij van de in tabel 78 en 79 aangegeven cijfers werd gebruik gemaakt. Uit diagram 5 blijkt, dat er een zeker verband bestaat, maar dat de afwijkingen daarvan tamelijk groot kunnen zijn, met name zelfs indien het oorspronkelijk humusgehalte kleiner is dan 5 % <sup>205</sup>). Er is dan ook geen sprake van, dat een nauwkeurige correctie voor het resteerende humusgehalte met behulp van de oorspronkelijke humusgehalten kan plaats vinden. Om na te gaan, in hoeverre een correctie voor het resteerende humusgehalte via het oorspronkelijk humusgehalte in het algemeen zin heeft, zijn in tabel 80 nog de oorspronkelijke en resteerende humusgehalten van een aantal gronden met opklimmende humusgehalten aangegeven <sup>206</sup>). Aangezien het hierbij

<sup>205</sup>) De afwijkende cijfers kunnen ook veroorzaakt zijn door het feit, dat de omrekeningsfactor van het bepaalde C-gehalte op het humusgehalte hier niet opgaat. De mogelijkheid bestaat ook, dat de humus hier minder verweerd en daarom moeilijker aantastbaar is dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

<sup>206</sup>) In deze gronden met hogere humusgehalten is het zoowel volgens de elementaire analyse als volgens de gloeiverlies methode niet gemakkelijk kloppende duplo's te verkrijgen, terwijl de overeenkomst volgens beide methode ook niet fraai is. Voor de elementaire analyse was het noodzakelijk de grond in een kruisslagmolen zeer fijn te malen, aangezien anders in het geheel geen kloppende duplo's waren te verkrijgen.

tevens van belang was na te gaan, of het resteerende humusgehalte vrijwel gelijkmatig (= evenredig met gehalte van de fractie) over de verschillende fracties verdeeld zijn dan wel in bepaalde fracties is opgehoopt, werd het resteerende humusgehalte van de fractie  $< 35 \mu$  en van de fractie  $> 35 \mu$  bepaald.

In tabel 80 zijn zowel de oorspronkelijke humusgehalten als de resteerende humusgehalten van de fractie  $< 35 \mu$  en de fractie  $> 35 \mu$  en in beide fracties te zamen (bepaald volgens de elementair-analyse) aangegeven. Tevens is hierin vermeld de fractie  $> 35 \mu$ , zooals deze na gloeien is bepaald.

Uit tabel 80 blijkt, dat er een, zij het dan ook tamelijk ruw, verband tusschen de totale resteerende humusgehalten en de oorspronkelijke humusgehalten

TABEL 80

Grondmonster N <sup>o</sup> .	Gehalte fractie $> 35 \mu$ na gloeien	Resteerd humusgehalte in % op droge stof			Oorspronke- lijk humus- gehalte
		Fractie $< 35 \mu$	Fractie $> 35 \mu$	Totaal	
19502 . . . . .	92,5	0,05	0,23	0,28	0,60
20809 . . . . .	84,8	0,16	0,21	0,37	2,20
9761 . . . . .	26,3	0,42	0,39	0,81	3,75
20814 . . . . .	84,9	0,32	0,28	0,60	4,40
20792 . . . . .	66,8	0,39	0,18	0,57	5,15
7301 . . . . .	80,0	0,47	0,15	0,62	6,00
20853 . . . . .	76,8	0,68	0,27	0,95	6,40
20800 . . . . .	50,0	0,51	0,19	0,70	7,60
7315 . . . . .	78,5	1,10	0,19	1,29	9,90
19467 . . . . .	74,1	0,95	0,23	1,18	11,30
20823 . . . . .	76,8	1,88	0,54	2,24	10,80
9711 . . . . .	20,2	0,57	0,23	0,80	14,80
20906 . . . . .	61,4	1,64	0,30 *)	1,94 *)	14,20
7376 . . . . .	73,9	2,48	0,43	2,91	18,50
19802 . . . . .	74,1	1,83	0,60	2,43	16,35
18155 . . . . .	47,4	5,35	2,34	7,79	28,00
20834 . . . . .	65,5	2,56	0,28	2,84	17,65
9701 . . . . .	22,2	2,52	0,58	3,10	26,70
19468 . . . . .	31,5	9,97	0,71	10,68	38,60
23149 . . . . .	54,1	3,81	0,60	4,41	23,90
19543 . . . . .	45,8	6,18	0,97	7,15	31,80
18150 . . . . .	53,7	11,77	2,38	14,15	34,70
20768 . . . . .	34,6	5,66	1,47	7,13	53,80
19710 . . . . .	46,2	8,23	0,82	9,05	31,05
16842 . . . . .	50,7	4,97	2,03	7,00	39,85
9745 . . . . .	17,1	8,13	0,66	8,79	46,80
20772 . . . . .	23,5	10,54	1,50	12,04	57,30
20779 . . . . .	4,5	8,98	0,08	9,06	71,00
23126 . . . . .	—	13,28	0,11	13,39	74,20
16841 . . . . .	—	14,28	0,31	14,95	98,60
Gemiddeld (alleen minder dan 20% hu- mus oorspron- kelijk) . . . . .		1,0	0,3		

\*) Geschat; niet bepaald.

bestaat. Zeer duidelijk blijkt dit uit diagram 6, waar het resteerende, totale humusgehalte is uitgezet tegen het oorspronkelijk humusgehalte. Het verloop der getrokken kromme tot een humusgehalte van ruim 20 % is tamelijk zeker en komt bovendien practisch overeen met de krommen in diagram 5, zooals uit de kruisjes in diagram 6 blijkt, die het resteerende humusgehalte aangeven, zooals dit uit de kromme in diagram 5 bij 5, 10 en 15 procenten humus is gebleken. Het verdere verloop van de getrokken en vooral van de, met een streepjeslijn aangegeven, kromme is onzeker.

Uit dit diagram 6 blijkt verder, dat tot ruim 20 % oorspronkelijke humus het totale, resteerende humusgehalte minder dan 1,5 % van de kromme afwijkt, hetgeen eveneens geldt voor de kromme in diagram 5, waarbij

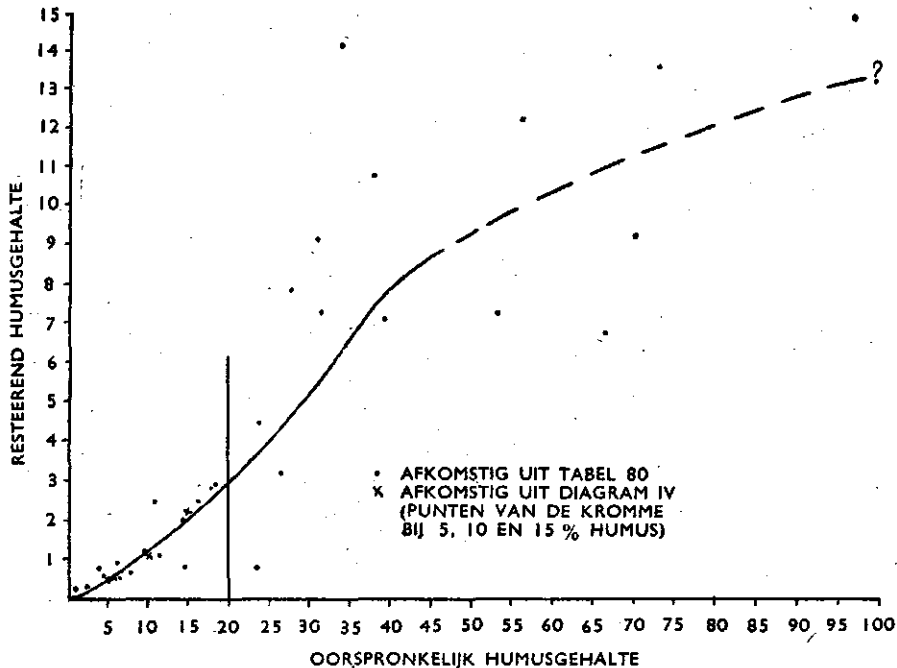


Diagram 6

deze kromme echter niet verder dan tot een oorspronkelijk humusgehalte van de grond van 15 % is kunnen worden aangegeven. Boven dit oorspronkelijk humusgehalte van ruim 20 % komen zeer groote variaties in het resteerende humusgehalte in afhankelijkheid van dit oorspronkelijk humusgehalte voor. De aard van de humus speelt hier blijkbaar een groote rol. Blijkbaar kan bij meer dan ruim 20 % humus in geen geval een voldoende nauwkeurige correctie voor het resteerende humusgehalte plaats vinden. Bedenken we, dat tusschen 20 en 25 % (oorspronkelijk) humusgehalte slechts 1 geval is onderzocht, dan lijkt het veiliger vast te stellen, dat boven een oorspronkelijk humusgehalte van 20 % geen correctie voor het resteerende humusgehalte meer



*kan plaats vinden.* Voor gronden met meer dan 20 % humus moeten alle fracties dan ook zeker na indampen van de gepipeteerde 20 cc suspensie worden gegloeid, waarop echter in sub III van dit hoofdstuk zal worden teruggekomen.

Indien het oorspronkelijk humusgehalte kleiner is dan 20 %, is dus een correctie mogelijk, waarbij de fout kleiner blijft dan 1,5 %. Alvorens op deze kwestie verder in te gaan, kan worden opgemerkt, dat uit tabel 80 blijkt, dat er geen verband bestaat tusschen het resteerend humusgehalte van de fractie  $> 35 \mu$  en het gehalte van deze fractie. Beneden een oorspronkelijk humusgehalte van 20 % blijkt bovendien dit resteerend humusgehalte van de fractie  $> 35 \mu$  vrijwel constant te zijn, d.w.z. onafhankelijk te zijn van het oorspronkelijk humusgehalte. Hiervoor zou een vaste correctie van 0,3 % (= gemiddeld humusgehalte; zie tabel 80) kunnen worden aangenomen, welke correctie we evenredig met het gehalte van de subfracties van de fractie  $> 35 \mu$  over deze subfracties zouden kunnen verdeelen. De rest van het achtergebleven humusgehalte, afgeleid uit de kromme in diagram 6, moet dan van de fractie  $< 35 \mu$  worden afgetrokken.

Een tweede mogelijkheid is, de fractie  $> 35 \mu$  steeds te gloeien. In dit geval is alleen een correctie voor het achtergebleven humusgehalte van de fractie  $< 35 \mu$  noodig. Het is dan ook gewenscht in een diagram (zie diagram 7) het achtergebleven humusgehalte van de fractie  $< 35 \mu$  af te zetten tegen het oorspronkelijk humusgehalte van den grond. Uit diagram 7 blijkt, dat ook nu tot zeker een oorspronkelijk humusgehalte van 20 % er een verband bestaat tusschen dit resteerend en dit oorspronkelijk humusgehalte, waarbij de afwijking of dus de fout kleiner blijft dan 1,5 %. Deze methode heeft op de voorgaande voor, dat geen correctie noodig is voor de fractie  $> 35 \mu$ ; anderzijds moet deze fractie dan echter steeds worden gegloeid. Dit laatste is bezwaarlijk bij ijzeroxydehoudende gronden, aangezien hierbij vastgebonden water (ijzerhydroxyde-gels) verloren gaat, waarvoor een correctie moet worden aangebracht.

Ook de bovenstaande oplossing is nog niet fraai, aangezien dan vele fracties van gronden worden gegloeid, die practisch geen humus bezitten, aangezien verreweg het grootste percentage van de onderzochte gronden zelfs minder dan 10 % humus bevatten. Om deze laatste reden zou men de volgende oplossing kunnen aanvaarden, nl.: bevat de grond minder dan 10 % humus (oorspronkelijk humusgehalte), dan wordt in het geheel geen correctie aangebracht, aangezien de te maken fout toch kleiner dan resp. hoogstens omstreeks 1,5 % is. Hieronder zal echter blijken (zie ook sub III van dit hoofdstuk), dat het resteerende humusgehalte bij gronden met een humusgehalte tot maximaal 20 % te verwaarloozen is. De eerstgenoemde grens moet dan ook niet bij 10, maar bij een oorspronkelijk humusgehalte van 20 % worden gelegd. De fractie  $> 35 \mu$  wordt dan ook niet gegloeid, maar als zoodanig gezeefd, tenzij in een enkel geval wellicht het resteerende humusgehalte te groot wordt om een direct zeven toe te laten, in welk geval deze fractie  $> 35 \mu$  eerst wordt gegloeid. Bevat de grond meer dan 20 % humus, dan wordt niet alleen de fractie  $> 35 \mu$  gegloeid, voordat deze gezeefd wordt, maar bovendien alle fijnere fracties met korreldoorsneden onder  $35 \mu$  (zie sub III van dit hoofdstuk). Aangezien tijdens dit gloeien ook het vastgebonden

water verdwijnt, moet hiervoor een correctie worden aangebracht, waarvoor echter naar sub III van dit hoofdstuk wordt verwezen. Hierbij is vooruitgelopen (zie ook tabel 81) op de in sub III mede te deelen resultaten van de analyses van een aantal gronden met hogere tot zeer hoge humusgehalten. Hierbij is namelijk gebleken, dat tot een oorspronkelijk humusgehalte van 20 % de som van alle fracties + de gehalten aan  $\text{CaCO}_3$  en humus en de gloeirest omstreeks 100 % is, waarbij het resteerende humusgehalte

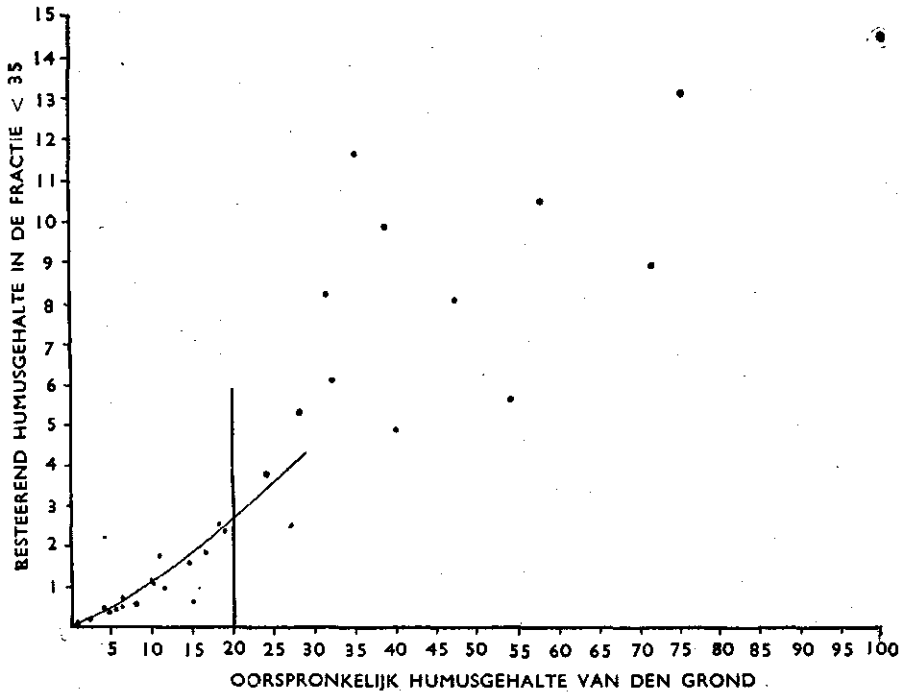


Diagram 7

kan worden verwaarloosd. Dit is overigens nog des te eerder geoorloofd, indien de gloeirest en hetgeen de som boven 100 uitkomt over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  worden verdeeld als in sub IV verder wordt aangegeven (het resteerende humusgehalte, dat tot 20 % oorspronkelijk humusgehalte hoogstens 3 % is, bevindt zich niet alleen grootendeels in de fractie  $< 16 \mu$ , maar zelfs praktisch geheel in de fractie  $< 2 \mu$ ).

Ofschoon dus geen correctie zal worden aangebracht voor den resteerenden humus in die gevallen, waarbij het oorspronkelijk humusgehalte geringer is dan 20 %, is het desondanks van belang na te gaan hoe die resteerende humus verdeeld is over de verschillende subfracties van de fractie  $< 35 \mu$ , waarvoor echter naar sub III verwezen wordt.

Hier is tenslotte alleen nog van belang na te gaan in hoeverre de som van alle fracties +  $\text{CaCO}_3$  + (oorspronkelijken) humus + gloeirest — res-

teerende humusgehalte gelijk is aan 100. Een correctie voor de sorptie van water is hier in verband met de vrij hooge resteerende humusgehalten niet goed mogelijk. Dit is in tabel 81 aangegeven.

Uit tabel 81 volgt, dat de som van alles, echter niet gecorrigeerd voor het resteerende humusgehalte, weinig van 100 % afwijkt zoolang het oorspronkelijk humusgehalte niet grooter is dan ruim 20 % (deze grens is door een horizontale streep in tabel 81 aangegeven). Bij hogere humusgehalten — enkele uitzonderingen wellicht daargelaten — komt deze som zooveel boven 100 % uit, dat dit resteerende humusgehalte niet te verwaarloozen is. De fractie  $> 35 \mu$  moet dan, voordat deze gezeefd wordt, worden gegloeid, evenals de subfracties van de fractie  $< 35 \mu$ .

Uit tabel 81 blijkt verder, dat, indien het resteerend humusgehalte in rekening wordt gebracht, de som van alle bestanddeelen over het algemeen dicht bij 100 % ligt. Alvorens hierop verder in te gaan, moet worden op-

TABEL 81

Grond- mon- ster N <sup>o</sup> . B	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> en SO <sub>3</sub> )	Humusgehalte volgens elemen- tair analyse		Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> en rest. humus)	Grond- monster N <sup>o</sup> . B	Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> en SO <sub>3</sub> )	Humusgehalte volgens elemen- tair analyse		Som (gecorr. voor CaCO <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> en rest. humus)
		Oor- spronke- lijk	Na voor- bewer- king				Oor- spronke- lijk	Na voor- bewer- king	
19502	103,1	0,6	0,3	102,8	7376	103,0	18,5	2,9	100,1
20809	100,5	2,2	0,4	100,1	20834	97,1	17,7	2,8	94,3
9761		3,8	0,8		23149	100,1	23,9	4,4	95,7
20814	101,1	4,4	0,6	100,5	18155	108,0	28,0	7,8	100,2
20792	100,4	5,2	0,6	99,8	9701	101,8	26,7	3,1	98,7
7301	100,9	6,0	0,6	100,3	19710	101,5	31,1	9,1	92,4
20853	99,2	6,4	1,0	98,2	19468	110,0	38,6	10,7	99,3
20800	99,6	7,6	0,7	98,9	19543	107,5	31,8	7,2	100,3
7315	100,6	9,9	1,3	99,3	18150	105,6	34,7	14,2	91,4
19467	100,0	11,3	1,2	98,8	16842	109,2	39,9	7,0	102,0
20823	102,4	10,8	2,4	100,0	9745	106,8	46,8	8,8	98,0
20906	99,2	14,2	1,9	97,3	20768	108,8	53,8	7,1	101,7
9711	101,0	14,8	0,8	100,2	20772	108,7	57,3	12,0	96,7
19802	99,2	16,4	2,4	96,8	20779	119,3	71,0	9,1	110,2

gemerkt, dat de resteerende humusgehalten in afzonderlijke afgewogen hoeveelheden, van met H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en HCl voorbereide, gronden werden bepaald. De fout van de resteerende heterogeniteit van den grond speelt hierbij dus tevens een rol, welke fout vooral bij hogere humusgehalten niet onbelangrijk kan zijn. (In andere hoeveelheden werd bovendien de gecombineerde zeef-pipetanalyse verricht). In de tweede plaats is de bepaling van het humusgehalte van gronden met hoge humusgehalten niet erg nauwkeurig. Alleen in de, met een kruisslagmolen fijngemalen, grondmonsters gelukte het nog eenigszins dragelijke duplo's te verkrijgen. Voor de elementair-analyse komt daar nog bij de vraag, in hoeverre de factor voor de omrekening van het bepaalde C-gehalte in het humusgehalte juist is en wel zoowel voor de voor-

behandelde gronden als voor de gronden met hooge humusgehalten. Alles met alles maakt dan ook, dat geen groote nauwkeurigheid verwacht kan worden. Hieruit volgt dan ook, dat de sterker tot zelfs sterk van de 100 % afwijkende (cursief gedrukte) cijfers in tabel 81 niet zoo verwonderlijk zijn. Uit sub III van dit hoofdstuk zal blijken, dat na gloeien de som van alle bestanddeelen en na aanbrenging van een correctie voor het vastgebonden water zonder uitzondering de som steeds veel dichter bij 100 % ligt dan voor de meest afwijkende, in tabel 81 aangegeven (onderstreepte) waarden het geval is. Vermoedelijk zullen de, soms optredende, sterk van 100 % afwijkende, waarden (zie tabel 81) voor de som van alle bestanddeelen na aanbrenging van de correctie voor het resteerend humusgehalte voornamelijk veroorzaakt zijn door onjuist bepaalde, resteerende humusgehalten. Deze onjuiste waarden ontstaan dan, hetzij tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het monster, hetzij doordat de omrekeningsfactor van het bepaalde C-gehalte in het humusgehalte hier niet geldig is, hetzij gedeeltelijk ook tengevolge van de fout van de bepaling zelf. Hoe het overigens ook moge zijn (een aantal van deze grondmonsters was geheel opgebruikt, zoodat verder onderzoek onmogelijk was); hier is het voldoende te hebben aangetoond, dat bij gronden met meer dan rond 20 % humus niet te verwaarloozen hoeveelheden resteerende humusgehalten na de voorbereiding achterblijven. D.w.z. dat de som van alle bestanddeelen te veel boven 100 % oploopt om verwaarloosd te mogen worden of zonder meer over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  te mogen worden verdeeld, nog afgezien van het feit, dat de fractie  $> 35 \mu$  soms eerst gegloeid moet worden, wil het zeven van deze fractie mogelijk worden (zie ook sub III). Anderzijds kan in gronden met humusgehalten tot hoogstens 20 % het resteerende humusgehalte worden verwaarloosd, hetgeen nog des te meer geoorloofd is, indien men de gloeirest en de afwijking van de som van alle bestanddeelen van 100 % over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  naar gelang van het gehalte daarvan verdeelt.

#### § 11. Resultaten van het serie-onderzoek

Zooals reeds eerder werd opgemerkt, zullen in deze paragraaf de resultaten van alle verrichte onderzoekingen worden opgenomen, uitgezonderd de reeds in tabel 67a, 67b, 67c en 68 medegedeelde resultaten van de 19 grondmonsters, waarbij zoowel 0,1M  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 0,003M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , als 0,005M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt. Bij deze laatste onderzoekingen werd bovendien uitgegaan van 10 gram grond. In tabel 57 zijn tevens de resultaten aangegeven, indien van 20 gram grond wordt uitgegaan en 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator wordt gebruikt, waarnaar eveneens wordt verwezen.

In tabel 82 zijn de analyses van alle andere onderzochte gronden vermeld. Hierbij werd uitgegaan van 20 gram grond, terwijl 0,005 M  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt, terwijl de suspensie 15 minuten werd gekookt. Aangezien het oorspronkelijke humusgehalte kleiner was dan 20 % werd noch de fractie  $> 35 \mu$  noch de subfracties van de fractie  $< 35 \mu$  gegloeid.

Deze monsters zijn dus onderzocht op een wijze als in sub IV nog eens uitvoerig zal worden beschreven. De betreffende analyses werden in duplo uitgevoerd, die even als het gemiddelde daarvan meestal afzonderlijk werden aan-

TABEL 82

Uitgegaan werd van 20 gram grond; (COONa)<sub>2</sub>

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
22 B 965	0	4,1	1,4	5,1	1,4	1,5	2,7	8,4	13,0	62,7	100,3
	0	4,1	1,6	4,8	1,4	1,7	3,0	9,6	12,4	62,2	100,8
Gem.	0	4,1	1,5	5,0	1,4	1,6	2,8	9,0	12,7	62,5	100,6
22 B 966	0	0,8	1,2	4,5	1,4	1,1	3,7	8,0	12,4	67,7	100,6
	0	0,8	1,2	4,8	1,3	1,3	3,0	8,4	10,4	68,2	99,4
Gem.	0	0,8	1,2	4,7	1,3	1,2	3,4	8,2	11,4	67,8	100,0
22 B 967	0	3,3	1,2	5,8	0	2,0	2,2	7,2	14,3	63,7	99,7
	0	3,3	1,1	6,1	0	0,6	3,9	6,7	10,5	66,9	99,1
Gem.	0	3,3	1,2	5,9	0	1,3	3,1	6,9	12,4	65,3	99,4
22 B 968	0	0,6	1,3	10,8	1,0	1,4	3,6	7,9	7,8	65,7	100,1
	0	0,6	1,3	11,2	0,8	1,4	3,8	8,7	8,1	62,6	98,5
Gem.	0	0,6	1,3	11,0	0,9	1,4	3,7	8,3	8,0	64,1	99,3
22 B 969	0	4,4	0,1	7,9	1,1	2,2	1,9	2,8	6,3	73,0	99,7
	0	4,4	0,1	7,5	1,7	2,2	1,8	2,3	6,3	72,8	99,1
Gem.	0	4,4	0,1	7,7	1,4	2,2	1,9	2,5	6,3	72,9	99,4
22 B 970	0	2,8	1,1	10,0	1,8	2,8	2,4	0,1	3,9	74,8	99,7
	0	2,8	1,0	10,4	1,1	3,4	1,8	0,8	3,3	75,4	100,0
Gem.	0	2,8	1,1	10,2	1,4	3,1	2,1	0,5	3,6	75,1	99,9
22 B 971	0	0,4	0,4	16,6	1,7	2,8	2,9	1,8	3,1	69,5	99,2
	0	0,4	0,5	16,5	1,5	2,8	2,7	1,9	3,1	69,8	99,2
Gem.	0	0,4	0,5	16,5	1,6	2,8	2,8	1,9	3,1	69,6	99,2
22 B 972	0	0,3	0,7	26,3	2,8	6,8	6,2	5,8	7,2	43,9	100,0
	0	0,3	0,5	26,6	3,8	5,9	6,2	5,1	7,2	44,1	99,7
Gem.	0	0,3	0,6	26,5	3,3	6,3	6,2	5,5	7,2	44,0	99,9
22 B 973	0	0,6	1,0	53,2	9,9	12,1	15,3	5,1	2,5	2,0	101,7
	0	0,6	1,1	54,2	9,9	13,0	14,4	5,0	0	1,9	100,1
Gem.	0	0,6	1,1	53,7	9,9	12,5	14,9	5,0	1,3	1,9	100,9

\*) Er werd gezeefd met plaatzeven met ronde openingen met een doorsnede van resp. 1,4 en 2,0 mm, welke doorsneden dus ook nu met 0,85 zijn vermenigvuldigd. Hieruit volgt nog eens hoe gewenscht het is draadzeven tot 2 mm doorsnede te gebruiken.

0,005 M als peptisator

Subfracties												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
47,6 30,7	16,9	6,7	2,3	2,3	1,2	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	265
54,5 36,6	17,9	7,6	2,0	1,8	0,8	0,6	0,3	0,1	0,1	—	—	266
24,6	10,8	4,6	2,2	6,0	5,6	5,7	3,4	1,3	0,7	0,3	0,1	221
42,8	12,8	4,4	1,2	0,8	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	274
2,1	5,8	7,3	9,6	17,1	10,5	8,0	5,4	3,0	2,3	1,2	0,6	123
1,9	3,4	7,5	13,4	18,6	10,6	8,6	5,8	2,4	1,5	0,9	0,5	103
1,2	3,6	8,4	14,3	13,6	8,1	7,9	5,9	2,7	2,0	1,2	0,7	117
2,4	3,5	6,0	9,1	10,9	5,0	3,7	2,2	0,7	0,3	0,1	0,1	177
0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	382

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som <sup>†)</sup>
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
22 B 974	0	0,1	0,6	24,3	2,4	4,9	6,6	2,8	4,1	54,0	99,8
	0	0,1	0,5	24,0	3,1	5,0	6,4	2,6	4,5	53,2	99,4
Gem.	0	0,1	0,6	24,1	2,8	4,9	6,5	2,7	4,3	53,6	99,6
22 B 975	6,5	3,2	2,0	15,2	2,7	2,2	3,4	2,4	10,7	51,2	99,5
	6,5	3,2	1,4	15,1	2,2	2,4	3,3	3,3	9,2	51,8	98,4
Gem.	6,5	3,2	1,7	15,2	2,4	2,3	3,4	2,8	10,0	51,5	99,0
22 B 976	3,3	4,0	3,3	26,4	2,5	3,4	7,5	5,7	13,6	30,5	100,2
	3,3	4,0	3,1	26,0	3,8	3,4	6,6	6,1	13,4	29,9	99,6
Gem.	3,3	4,0	3,2	26,2	3,2	3,4	7,0	5,9	13,5	30,2	99,9
22 B 977	1,5	4,7	3,9	36,1	4,1	6,4	7,4	9,1	12,7	14,9	100,8
	1,5	4,7	3,7	36,6	4,7	5,5	7,9	8,9	11,9	14,9	100,3
Gem.	1,5	4,7	3,8	36,4	4,4	5,9	7,7	9,0	12,3	14,9	100,6
22 B 978	4,0	2,9	1,8	5,5	2,3	0,3	0,9	2,8	7,1	72,8	100,4
	4,0	2,9	1,9	6,4	1,5	0	0,8	2,8	6,4	73,0	99,7
Gem.	4,0	2,9	1,9	5,9	1,9	0,2	0,8	2,8	6,8	72,9	100,1
22 B 979	4,3	3,3	1,8	8,3	2,2	0,3	0,1	2,9	4,8	69,8	97,8
	4,3	3,3	1,6	7,3	2,0	0	2,4	2,3	2,2	73,6	99,0
Gem.	4,3	3,3	1,7	7,8	2,1	0,2	1,2	2,6	3,5	71,7	98,4
22 B 980	13,0	1,7	0,8	24,5	3,2	4,3	4,7	6,1	8,0	30,8	97,1
	13,0	1,7	0,9	24,2	5,1	3,4	4,5	6,3	6,7	32,4	98,2
Gem.	13,0	1,7	0,9	24,3	4,2	3,8	4,6	6,2	7,4	31,6	97,7
22 B 981	4,7	2,3	1,7	30,3	3,7	3,6	6,1	7,2	7,0	31,4	98,0
	4,7	2,3	1,9	30,7	3,2	4,0	6,3	6,2	8,2	30,7	98,2
Gem.	4,7	2,3	1,8	30,5	3,5	3,8	6,2	6,7	7,6	31,0	98,1
22 B 982	4,1	2,1	2,1	15,9	2,7	2,2	2,9	5,3	6,3	54,2	97,8
	4,1	2,1	1,2	16,6	1,0	3,0	2,6	5,6	6,2	55,6	98,0
Gem.	4,1	2,1	1,7	16,2	1,9	2,6	2,7	5,5	6,2	54,9	97,9
22 B 983	0	2,3	0,7	16,6	2,3	1,2	5,9	6,9	12,6	51,1	99,0
	0	2,3	0,9	16,9	1,7	1,8	5,0	7,1	11,7	51,1	98,0
Gem.	0	2,3	0,8	16,8	2,0	1,5	5,4	7,0	12,2	51,1	99,1

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
0,7	2,4	4,7	9,1	13,1	7,7	6,4	4,4	2,2	1,5	0,9	0,5	120
3,0	7,8	19,1	16,5	2,9	1,0	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	—	197
3,7	7,7	11,2	5,6	0,9	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	259
2,7	4,3	4,2	2,3	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	—	—	—	315
3,9	10,9	29,3	24,9	2,2	0,7	0,6	0,2	0,1	0,1	—	—	182
3,6	9,1	26,4	27,4	4,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	171
2,9	6,1	9,2	9,4	3,3	0,4	0,2	0,1	—	—	—	—	235
3,7	6,7	11,3	8,3	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	249
13,8	10,1	16,2	12,4	2,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	225
6,4	11,0	20,5	11,6	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	236



TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som t)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 006	0	0,1	0,6	18,8	1,4	2,6	4,7	3,7	8,6	58,6	99,1
	0	0,1	0,8	18,7	1,4	2,3	4,7	3,5	8,8	58,3	98,6
	Gem.	0	0,1	0,7	18,8	1,4	2,4	4,7	3,6	8,7	58,5
23 B 007	13,5	3,9	1,9	16,2	1,4	3,7	5,9	10,6	9,4	31,0	98,4
	13,5	3,9	1,7	16,3	0,9	3,7	6,0	11,0	11,0	30,3	98,3
	Gem.	13,5	3,9	1,8	16,3	1,1	3,7	6,0	10,8	10,2	31,1
23 B 008	5,9	4,0	2,3	37,1	1,4	3,8	7,2	9,1	10,6	20,7	102,1
	5,9	4,0	2,3	36,8	1,6	4,2	6,8	8,7	9,7	21,6	101,6
	Gem.	5,9	4,0	2,3	37,0	1,5	4,0	7,0	8,9	10,1	21,2
23 B 009	0	2,6	0,7	10,4	0,8	4,5	9,2	17,4	16,9	37,2	99,7
	0	2,6	0,8	11,6	0,9	5,1	7,9	17,3	18,1	36,1	100,4
	Gem.	0	2,6	0,8	11,0	0,8	4,8	8,6	17,3	17,5	36,7
23 B 010	0	2,8	1,1	11,6	1,3	4,1	8,8	15,9	11,9	41,9	99,4
	0	2,8	0,9	10,1	1,7	4,1	9,2	18,0	15,1	37,0	98,9
	Gem.	0	2,8	1,0	10,9	1,5	4,1	9,0	16,9	13,5	39,5
23 B 011	0	10,0	4,1	50,4	2,3	3,0	5,0	3,7	8,4	15,7	102,6
	0	10,0	3,6	50,8	2,3	2,6	5,4	4,3	5,5	15,2	99,7
	Gem.	0	10,0	3,9	50,6	2,3	2,8	5,2	4,0	6,9	15,5
23 B 012	0	0,1	1,0	20,8	4,1	2,4	5,6	2,8	6,4	57,4	100,6
	0	0,1	0,5	21,1	3,7	2,4	5,4	3,1	5,8	57,0	99,1
	Gem.	0	0,1	0,8	20,9	3,9	2,4	5,5	3,0	6,1	57,2
23 B 013	0	0,1	0,7	11,8	2,7	1,9	3,9	1,9	5,2	71,5	99,7
	0	0,1	0,4	11,5	2,2	2,8	3,3	1,9	5,6	72,2	100,0
	Gem.	0	0,1	0,6	11,6	2,5	2,3	3,6	1,9	5,4	71,9
23 B 014	2,8	0,1	3,1	69,4	4,9	5,9	7,0	2,5	4,5	0,6	100,8
	2,8	0,1	1,9	69,3	7,2	4,3	7,4	2,7	3,1	0,8	99,6
	Gem.	2,8	0,1	2,5	69,4	6,0	5,1	7,2	2,6	3,8	0,7
23 B 015	8,8	3,4	3,4	24,2	4,0	4,4	5,1	5,1	9,1	34,0	101,5
	8,8	3,4	3,0	24,1	3,6	3,2	6,5	4,1	9,6	34,2	100,5
	Gem.	8,8	3,4	3,2	24,2	3,8	3,8	5,8	4,6	9,3	34,1

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
1,8	5,4	9,6	14,2	11,1	6,4	7,2	2,2	0,3	0,1	0,1	0,1	159
12,4	3,4	2,4	5,6	4,4	1,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	277
9,3	2,7	2,5	2,8	2,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	296
25,3	5,1	2,8	1,1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	324
28,7	4,8	2,9	0,9	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	320
1,4	3,1	2,8	2,8	2,5	1,4	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	247
1,1	2,9	4,4	9,1	12,4	7,6	7,9	5,9	2,7	1,6	1,0	0,6	125
0,8	2,7	5,2	10,3	13,6	9,6	10,4	9,4	4,2	2,8	1,9	1,0	102
0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—	381
2,6	6,6	10,2	11,0	3,4	0,2	0,1	—	—	—	—	—	226

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som <sup>†)</sup>
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 016	5,0	4,7	3,3	21,9	3,1	3,5	5,0	4,0	9,6	40,4	100,5
	5,0	4,7	2,5	23,4	3,2	4,0	4,8	4,5	10,1	39,8	102,0
	Gem.	5,0	4,7	2,9	22,7	3,1	3,8	4,9	4,2	9,9	40,1
23 B 017	3,7	10,1	4,5	19,3	3,7	4,2	4,5	3,7	7,9	38,6	100,2
	3,7	10,1	4,9	19,7	3,6	3,0	4,8	3,3	9,0	38,0	100,1
	Gem.	3,7	10,1	4,7	19,5	3,7	3,6	4,6	3,5	8,5	38,3
23 B 018	3,0	15,3	4,8	23,3	2,6	5,1	4,7	7,6	6,6	26,5	99,5
	3,0	15,3	4,6	22,5	3,3	4,1	6,6	6,5	8,0	26,3	100,2
	Gem.	3,0	15,3	4,7	22,9	3,0	4,6	5,6	7,1	7,3	26,4
23 B 019	9,2	3,4	2,4	4,9	0,8	2,4	10,4	17,9	28,7	18,0	97,6
	9,2	3,4	2,3	4,8	1,5	1,3	10,8	19,7	28,6	18,2	99,8
	Gem.	9,2	3,4	2,4	4,8	0,9	1,9	10,6	18,8	28,6	18,1
23 B 029	0	4,8	2,2	37,7	6,5	8,2	13,6	11,7	7,0	9,5	101,2
	0	4,8	2,5	37,3	6,3	8,2	13,7	11,7	7,1	8,9	100,5
	Gem.	0	4,8	2,4	37,5	6,4	8,2	13,6	11,7	7,1	9,2
23 B 030	0,1	4,8	2,6	40,4	4,2	8,2	13,4	10,3	11,2	4,7	99,9
	0,1	4,8	2,6	41,0	4,9	8,4	12,2	12,0	10,1	5,5	101,6
	Gem.	0,1	4,8	2,6	40,7	4,6	8,3	12,8	11,1	10,7	5,1
23 B 031	0,6	4,9	3,4	38,4	5,6	8,9	13,6	10,8	6,0	8,6	100,8
	0,6	4,9	3,3	38,5	5,2	8,9	13,2	11,2	3,7	9,3	98,8
	Gem.	0,6	4,9	3,4	38,4	5,4	8,9	13,4	11,0	4,9	8,9
23 B 032	0	5,1	2,6	43,9	5,5	8,9	10,5	10,3	7,2	4,1	98,1
	0	5,1	2,0	43,6	6,1	9,2	10,8	10,3	6,5	3,9	97,5
	Gem.	0	5,1	2,3	43,8	5,8	9,0	10,7	10,3	6,8	4,0
23 B 033	0,4	3,6	2,3	45,5	4,8	7,6	9,5	7,8	5,1	10,6	97,2
	0,4	3,6	2,8	45,4	5,6	6,4	9,4	8,7	6,0	10,8	99,1
	Gem.	0,4	3,6	2,6	45,4	5,2	7,0	9,5	8,2	5,6	10,7
23 B 034	4,0	3,5	3,6	57,6	5,7	8,4	7,7	5,5	1,4	5,7	103,1
	4,0	3,5	3,6	56,6	4,9	9,0	7,7	5,7	1,3	5,7	102,0
	Gem.	4,0	3,5	3,6	57,1	5,3	8,7	7,7	5,6	1,4	5,7

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
3,3	5,9	11,1	13,8	5,5	0,3	0,1	0,1	—	—	—	—	212
1,1	4,2	7,7	12,7	11,7	0,7	0,1	0,1	—	—	—	—	190
7,3	4,0	4,5	5,5	4,5	0,4	0,1	0,1	—	—	—	—	260
3,0	7,2	6,1	1,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	347
4,6	1,3	0,8	0,6	0,8	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	361
0,9	1,0	0,6	0,8	0,7	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	—	363
4,7	1,3	0,7	0,5	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	—	363
0,6	1,0	0,6	0,9	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	385
2,5	3,2	2,8	1,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	330
1,8	1,0	0,7	0,5	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	337

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 035	8,1	3,2	3,2	49,9	5,6	7,6	10,7	6,8	4,4	3,4	102,9
Gem.	8,1	3,2	3,2	48,8	5,9	7,5	10,8	7,2	5,6	2,1	102,4
	8,1	3,2	3,2	49,4	5,8	7,6	10,7	7,0	5,0	2,7	102,7
23 B 036	0	5,2	2,4	34,7	4,5	6,7	13,0	9,4	7,5	16,9	100,3
Gem.	0	5,2	2,4	34,5	4,6	7,3	11,2	10,7	8,2	16,3	100,4
	0	5,2	2,4	34,6	4,6	7,0	12,1	10,0	7,9	16,6	100,4
23 B 037	0	4,4	1,8	34,2	4,2	6,5	12,8	11,5	10,4	12,7	98,5
Gem.	0	4,4	1,8	34,1	4,5	6,0	12,6	12,5	7,8	13,6	97,3
	0	4,4	1,8	34,2	4,3	6,3	12,7	12,0	9,1	13,1	97,9
23 B 038	0,8	4,1	2,4	36,3	5,2	4,4	8,8	8,5	6,8	21,1	98,4
Gem.	0,8	4,1	2,7	36,0	4,3	4,1	9,5	7,8	6,0	22,1	97,4
	0,8	4,1	2,6	36,1	4,8	4,2	9,2	8,1	6,4	21,6	97,9
23 B 039	8,9	2,7	2,6	37,4	4,2	5,0	7,1	7,5	3,6	20,7	99,7
Gem.	8,9	2,7	2,7	37,8	4,3	4,6	7,4	6,7	4,0	20,7	99,8
	8,9	2,7	2,7	37,0	4,2	4,8	7,3	7,1	3,8	20,7	99,8
23 B 040	0	4,0	1,9	21,0	2,6	3,6	4,9	7,8	7,1	45,8	98,7
Gem.	0	4,0	1,5	20,7	2,5	3,5	5,1	7,9	7,4	46,2	98,8
	0	4,0	1,7	20,9	2,5	3,6	5,0	7,8	7,3	46,0	98,8
23 B 041	0	3,6	2,2	23,8	6,4	2,5	10,2	13,9	15,5	22,9	101,0
Gem.	0	3,6	1,9	24,0	3,5	5,6	10,2	14,4	14,2	22,6	100,0
	0	3,6	2,1	23,9	4,9	4,1	10,2	14,1	14,8	22,8	100,5
23 B 042	2,0	2,5	1,8	28,3	2,8	4,5	6,2	7,6	8,0	36,2	99,9
Gem.	2,0	2,5	2,7	28,1	2,8	4,6	5,6	7,9	6,8	26,8	99,6
	2,0	2,5	2,3	28,2	2,8	4,5	5,9	7,8	7,4	36,5	99,9
23 B 043	8,0	2,3	2,4	20,9	2,2	4,3	3,8	4,4	4,5	47,7	100,0
Gem.	8,0	2,3	2,6	20,6	3,4	3,0	4,3	4,4	3,9	47,3	99,8
	8,0	2,3	2,5	20,8	2,8	3,6	4,1	4,4	4,2	47,5	100,0
23 B 044	0	2,5	1,4	13,9	1,4	3,2	3,8	5,4	6,4	62,1	100,0
Gem.	0	2,5	1,5	13,6	2,2	2,8	3,7	5,6	5,2	61,8	99,8
	0	2,5	1,5	13,7	1,8	3,0	3,8	5,5	5,8	61,9	99,9

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
0,3	0,9	0,7	0,5	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	388
7,5	3,2	2,4	1,0	1,0	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	—	321
5,0	3,9	1,7	1,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	345
4,1	4,2	6,8	5,6	0,6	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	279
3,2	3,2	5,4	8,3	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	262
6,1	10,8	18,1	9,5	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	238
9,0	4,3	3,0	2,0	3,0	0,9	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	319
6,3	8,2	11,5	9,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	250
4,1	5,8	12,3	19,0	6,0	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	190
3,6	11,1	23,4	16,9	1,4	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	210

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som $\frac{1}{2}$
				< 2 $\mu$	2— 4 $\mu$	4— 8 $\mu$	8— 16 $\mu$	16— 25 $\mu$	25— 35 $\mu$	> 35 $\mu$	
23 B 045	0	1,9	1,2	19,5	2,8	3,5	7,1	8,7	8,1	46,5	99,3
	0	1,9	1,8	19,4	2,8	3,5	7,1	8,3	8,8	46,5	100,1
	Gem.	0	1,9	1,5	19,5	2,8	3,5	7,1	8,5	8,4	46,5
23 B 046	1,6	2,1	2,2	14,6	1,7	1,8	3,1	5,0	5,1	63,2	100,4
	1,6	2,1	1,4	14,7	1,8	1,5	3,3	3,8	5,8	62,4	98,4
	Gem.	1,6	2,1	1,8	14,7	1,7	1,7	3,2	4,4	5,4	62,8
23 B 047	5,0	1,8	2,0	13,8	1,0	2,2	2,8	5,1	3,6	61,0	98,3
	5,0	1,8	1,9	13,7	2,2	1,0	3,6	3,8	1,8	64,7	99,5
	Gem.	5,0	1,8	2,0	13,7	1,6	1,6	3,2	4,5	2,7	62,8
23 B 048	0	2,1	0,9	7,9	0,8	1,1	1,9	3,6	3,3	77,5	99,1
	0	2,1	1,4	7,4	1,3	0,8	2,3	3,0	4,9	77,8	101,0
	Gem.	0	2,1	1,2	7,6	1,1	0,9	2,1	3,4	4,1	77,6
23 B 049	0	2,0	1,1	9,0	1,0	1,7	2,4	2,7	4,3	74,5	98,7
	0	2,0	1,0	10,1	1,0	0,9	2,3	3,8	3,9	75,1	100,1
	Gem.	0	2,0	1,1	9,5	1,0	1,3	2,4	3,2	4,1	74,8
23 B 050	0,3	2,1	1,4	7,4	1,4	0,8	1,7	2,2	3,6	77,3	98,2
	0,3	2,1	1,4	7,6	0,6	0,8	1,8	2,5	2,9	78,0	98,0
	Gem.	0,3	2,1	1,4	7,5	1,0	0,8	1,8	2,3	3,3	77,6
23 B 051	2,1	2,2	1,4	10,5	0,3	1,4	2,4	2,6	3,2	72,2	98,3
	2,1	2,2	1,4	10,3	0	1,7	2,3	2,6	1,5	73,4	97,5
	Gem.	2,1	2,2	1,4	10,4	0,2	1,5	2,4	2,6	2,3	72,8
23 B 052	1,6	2,0	1,9	13,7	0,4	2,4	2,9	3,3	2,9	66,9	98,0
	1,6	2,0	2,1	13,4	1,8	1,8	2,7	4,1	0,5	68,7	98,7
	Gem.	1,6	2,0	2,0	13,6	1,1	2,1	2,8	3,7	1,7	67,8
23 B 053	7,3	1,6	0,9	8,5	0	1,4	1,9	2,3	3,4	71,6	98,0
	7,3	1,6	0,9	8,4	0	1,8	1,5	2,4	1,8	72,1	97,9
	Gem.	7,3	1,6	0,9	8,5	0	1,6	1,7	2,3	2,6	71,9
23 B 054	0	0,3	0,5	36,2	2,1	2,5	6,2	2,1	3,1	47,5	100,0
	0	0,3	0,1	35,0	2,2	2,1	5,8	2,2	4,4	47,8	99,0
	Gem.	0	0,3	0,3	35,6	2,2	2,3	6,0	2,1	3,7	47,7

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$ )	1200— 1700 $\mu^*$ )	
13,2	11,1	13,6	7,9	0,5	0,1	0,1	—	—	—	—	—	256
8,3	12,7	26,2	15,0	0,4	0,1	0,1	—	—	—	—	—	208
9,0	9,2	22,5	20,2	1,8	0,1	—	—	—	—	—	—	196
8,1	8,5	23,3	31,8	5,6	0,2	0,1	—	—	—	—	—	176
8,7	8,8	23,7	29,5	3,9	0,1	0,1	—	—	—	—	—	180
6,9	7,5	16,4	31,9	14,5	0,3	0,1	—	—	—	—	—	159
6,8	9,0	25,7	27,5	3,7	0,1	—	—	—	—	—	—	174
10,3	9,0	23,2	21,9	3,4	—	—	—	—	—	—	—	188
7,6	9,2	20,1	24,8	9,2	0,9	0,1	—	—	—	—	—	169
3,9	5,8	17,4	13,9	2,3	1,3	1,4	0,9	0,4	0,3	0,1	—	176



TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloei-rest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 055	6,7	2,8	2,6	43,8	8,5	10,8	12,1	4,3	3,2	3,5	98,3
	6,7	2,8	2,4	44,6	7,1	11,1	11,9	5,7	3,5	3,4	99,2
Gem.	6,7	2,8	2,5	44,2	7,8	11,0	12,0	5,0	3,3	3,5	98,8
23 B 056	9,4	0,7	0,7	18,4	2,7	4,5	6,6	10,3	9,4	37,3	100,0
	9,4	0,7	1,0	18,4	2,6	4,9	6,8	9,5	9,4	36,9	99,6
Gem.	9,4	0,7	0,9	18,4	2,6	4,7	6,7	9,9	9,4	37,1	99,8
23 B 057	0,2	3,9	4,8	30,7	1,2	4,3	8,4	9,1	10,9	27,1	100,6
	0,2	3,9	5,1	31,4	1,0	3,9	8,8	8,3	11,0	26,6	100,2
Gem.	0,2	3,9	5,0	31,0	1,1	4,1	8,6	8,7	11,0	26,8	100,4
23 B 058	0	2,3	2,3	44,4	4,6	9,5	12,4	9,8	10,2	5,8	101,3
	0	2,3	2,2	44,0	5,0	10,3	12,8	9,1	9,8	5,7	101,2
Gem.	0	2,3	2,3	44,2	4,8	9,9	12,6	9,4	10,0	5,8	101,3
23 B 059	0	1,4	2,2	39,9	5,4	6,5	9,3	9,6	9,4	16,9	100,6
	0	1,4	1,6	39,4	5,0	6,9	9,4	8,3	10,3	16,5	98,9
Gem.	0	1,4	1,9	39,7	5,2	6,7	9,3	9,0	9,8	16,7	99,7
23 B 060	7,7	0,7	1,4	28,9	6,5	8,8	10,8	7,9	7,1	18,8	98,5
	7,7	0,7	2,2	29,1	5,8	8,9	11,4	7,4	7,0	18,3	98,7
Gem.	7,7	0,7	1,8	29,0	6,2	8,8	11,1	7,7	7,0	18,6	98,4
23 B 061	0	0,4	1,7	43,4	6,9	11,1	11,3	5,4	4,6	13,3	98,5
	0	0,4	1,4	43,5	7,9	10,4	11,3	5,3	6,1	13,2	99,0
Gem.	0	0,4	1,6	43,4	7,4	10,8	11,3	5,3	5,4	13,2	98,7
23 B 062	0	0,6	0,9	55,0	11,8	13,1	8,9	1,6	2,3	4,3	98,5
	0	0,6	0,9	56,1	10,9	12,1	10,1	2,5	1,1	4,1	98,5
Gem.	0	0,6	0,9	55,5	11,3	12,6	9,5	2,1	1,7	4,2	98,5
23 B 063	0	0,2	1,1	16,4	2,2	4,6	16,9	16,9	20,6	25,6	98,5
	0	0,2	1,5	16,4	2,3	4,4	11,2	16,5	21,1	26,0	99,0
Gem.	0	0,2	1,3	16,4	2,3	4,5	11,6	16,7	20,9	25,8	99,0
23 B 064	0	6,9	2,3	23,7	3,3	5,4	6,2	4,3	3,7	42,1	97,5
	0	6,9	1,8	22,9	3,7	5,0	5,9	5,1	3,4	43,1	97,5
Gem.	0	6,9	2,1	23,3	3,5	5,2	6,0	4,7	3,6	42,6	97,5

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
0,6	0,6	0,6	1,2	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—	356
8,7	4,7	5,9	8,4	8,3	0,9	,01	0,1	—	—	—	—	251
12,8	6,2	3,5	1,5	1,1	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	—	—	296
2,2	1,2	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	366
5,9	4,5	3,6	2,1	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	318
4,6	3,7	4,1	4,2	1,6	0,3	0,1	—	—	—	—	—	288
1,8	1,9	2,4	3,2	2,4	0,7	0,5	0,2	0,1	—	—	—	269
0,2	0,3	0,4	1,7	1,2	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	267
10,2	5,4	3,2	2,5	2,1	1,2	0,7	0,3	0,1	0,1	—	—	323
0,7	1,0	1,4	5,5	12,8	9,8	7,7	2,7	0,6	0,3	0,1	—	134

TABEL 82 (vervolg)

N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 065	0,6	5,0	2,5	28,9	3,1	4,7	6,3	7,5	13,1	29,0	100,7
	0,6	5,0	1,9	28,7	2,8	4,9	6,2	7,7	11,5	30,3	99,6
Gem.	0,6	5,0	2,2	28,8	3,0	4,8	6,2	7,6	12,3	29,7	100,2
23 B 066	0	2,4	1,5	23,2	3,5	3,8	5,6	10,2	12,8	37,0	100,0
	0	2,4	1,5	22,8	3,4	3,0	6,6	8,9	11,8	38,0	98,4
Gem.	0	2,4	1,5	23,0	3,5	3,4	6,1	9,5	12,3	37,5	99,2
23 B 067	4,9	1,5	1,6	13,6	2,3	1,8	2,0	5,4	8,1	57,0	98,2
	4,9	1,5	1,6	14,2	1,8	1,4	2,0	5,6	7,8	57,2	98,0
Gem.	4,9	1,5	1,6	13,9	2,1	1,6	2,0	5,5	7,9	57,1	98,1
23 B 068	5,8	2,7	3,0	35,4	5,0	4,2	6,4	7,0	5,9	23,0	98,4
	5,8	2,7	3,3	35,5	3,5	4,7	6,7	7,3	5,9	23,4	98,8
Gem.	5,8	2,7	3,2	35,4	4,3	4,4	6,6	7,1	5,9	23,2	98,6
23 B 441	0,2	1,8	0,7	7,3	0,9	1,4	0,9	2,8	3,5	79,0	98,5
	0,2	1,8	0,7	7,5	0,8	1,3	1,4	2,0	4,2	79,2	99,1
Gem.	0,2	1,8	0,7	7,4	0,9	1,3	1,2	2,4	3,8	79,1	98,8
23 B 442	5,8	1,5	1,0	5,7	1,0	0,5	0,9	1,6	4,0	77,8	99,9
	5,8	1,5	1,2	6,2	0,4	0,4	0,6	1,9	2,7	78,6	99,3
Gem.	5,8	1,5	1,1	6,0	0,7	0,4	0,8	1,7	3,4	78,2	99,0
23 B 443	6,2	1,8	1,2	8,2	1,7	2,4	1,0	1,7	4,8	70,7	99,7
	6,2	1,8	0,9	8,1	1,8	1,3	2,0	1,0	5,2	71,6	99,0
Gem.	6,2	1,8	1,1	8,1	1,8	1,8	1,5	1,4	5,0	71,1	99,8
23 B 444	0	1,6	0,6	6,7	2,3	2,5	2,3	2,0	4,9	76,5	99,0
	0	1,6	0,7	7,3	1,5	2,2	2,5	2,3	4,9	76,5	99,0
Gem.	0	1,6	0,7	7,0	1,9	2,3	2,4	2,2	4,9	76,5	99,0
23 B 445	0	1,7	0,4	6,3	1,8	1,0	2,2	1,8	6,6	76,3	98,7
	0	1,7	0,5	7,2	0,9	1,0	2,4	2,0	7,6	76,4	99,0
Gem.	0	1,7	0,5	6,7	1,4	1,0	2,3	1,9	7,1	76,3	98,7
23 B 446	6,5	1,6	0,9	6,8	1,1	1,4	1,1	1,6	3,3	74,9	99,0
	6,5	1,6	1,0	7,0	0,9	1,4	1,3	1,4	4,3	74,9	100,0
Gem.	6,5	1,6	1,0	6,9	1,0	1,4	1,2	1,5	3,8	74,9	99,0

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
8,7	5,7	7,1	6,1	1,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	273
6,9	7,2	9,7	10,7	2,6	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	260
6,5	7,5	13,9	20,1	8,5	0,5	0,1	—	—	—	—	—	233
3,6	4,4	6,4	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	261
5,4	10,2	23,8	29,7	4,8	0,1	0,1	—	—	—	—	—	171
3,3	9,3	20,5	32,1	12,8	0,1	0,1	—	—	—	—	—	156
2,9	15,2	15,2	28,4	9,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	168
1,6	3,4	4,2	9,7	17,1	11,5	12,2	8,2	3,7	2,5	1,5	0,9	103
4,7	9,2	17,5	26,9	15,8	1,8	0,3	0,1	—	—	—	—	164
3,2	12,1	13,7	33,2	12,5	0,1	0,1	—	—	—	—	—	157

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 447	6,8	1,6	0,7	7,7	1,6	1,1	1,9	1,8	6,2	70,1	99,5
	6,8	1,6	0,3	8,2	0,8	1,4	1,9	1,4	5,8	70,9	99,1
	Gem.	6,8	1,6	0,5	8,0	1,2	1,2	1,9	1,6	6,0	70,5
23 B 448	0	1,5	1,5	24,1	3,3	5,7	8,6	8,3	14,1	32,6	99,7
	0	1,5	1,0	23,9	3,6	4,5	9,8	8,1	14,4	32,7	99,5
	Gem.	0	1,5	1,3	24,0	3,4	5,1	9,2	8,2	14,3	32,6
23 B 449	0	2,6	2,3	52,4	6,7	6,4	8,3	6,6	7,0	8,4	100,7
	0	2,6	2,3	53,2	6,2	6,6	8,7	5,5	9,5	8,1	102,7
	Gem.	0	2,6	52,8	6,5	6,5	8,5	6,0	8,3	8,2	101,7
23 B 459	0,5	0,3	1,8	66,1	2,3	4,9	4,2	3,9	2,2	15,1	101,3
	0,5	0,3	1,4	65,5	2,9	4,9	4,1	3,8	1,8	15,4	100,6
	Gem.	0,5	0,3	65,8	2,6	4,9	4,2	3,8	2,0	15,3	101,0
23 B 460	0	0,3	0,6	16,4	0,6	2,7	7,5	16,5	22,8	32,6	100,0
	0	0,3	0,7	16,5	0,5	3,6	7,1	17,4	25,2	29,9	101,2
	Gem.	0	0,3	16,4	0,6	3,1	7,3	17,0	24,0	31,2	100,6
23 B 461	0	0,5	0,3	54,6	2,7	4,6	4,6	6,4	7,9	19,2	100,8
	0	0,5	0,4	54,6	3,1	4,6	5,1	6,3	5,6	19,8	100,0
	Gem.	0	0,5	54,6	2,9	4,6	4,8	6,4	6,7	19,5	100,4
23 B 462	21,5	0	2,6	37,5	2,3	3,1	1,4	2,8	2,1	27,7	101,0
	21,5	0	2,3	39,3	2,2	1,7	3,5	1,4	1,5	27,9	101,3
	Gem.	21,5	0	38,4	2,2	2,4	2,5	2,1	1,8	27,8	101,2
23 B 463	0,6	0,7	2,3	88,8	1,1	0,8	3,3	0,1	1,4	4,6	103,7
	0,6	0,7	2,4	88,1	1,2	0,5	2,2	1,3	0,7	4,5	102,2
	Gem.	0,6	0,7	88,4	1,2	0,6	2,8	0,7	1,0	4,6	103,0
23 B 464	8,3	0,2	1,0	13,2	1,3	2,2	6,2	17,0	30,8	21,4	101,0
	8,3	0,2	0,7	13,3	0,9	2,3	7,0	16,3	33,0	19,4	101,4
	Gem.	8,3	0,2	13,2	1,1	2,3	6,6	16,6	31,9	20,4	101,5
23 B 465	0,1	0,2	1,5	15,9	1,8	4,7	9,4	16,3	25,8	25,9	101,0
	0,1	0,2	0,9	16,3	1,8	3,8	10,1	16,9	23,4	27,1	100,0
	Gem.	0,1	0,2	16,1	1,8	4,3	9,7	16,6	24,6	26,5	101,1

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
5,4	9,9	19,2	25,6	9,3	0,9	0,1	0,1	—	—	—	—	171
8,3	15,1	5,0	2,5	0,9	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	—	285
1,2	2,3	2,4	1,6	0,4	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	315
3,6	2,7	3,3	2,7	2,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	246
24,7	4,3	1,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	339
4,4	2,6	3,0	4,4	2,2	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	—	260
0,6	1,6	4,2	10,6	6,8	1,9	1,1	0,7	0,2	0,1	—	—	151
0,5	0,3	0,4	2,4	0,7	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	205
15,6	3,0	1,2	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	352
14,1	5,6	3,9	1,9	0,7	0,2	0,1	—	—	—	—	—	334

TABEL 82 (vervolg)

N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloei-rest	Subfracties							Som
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 466	12,8	0,2	1,5	12,6	1,1	2,3	4,7	17,5	23,9	22,9	99,5
	12,8	0,2	0,6	12,8	0,9	2,3	4,7	18,1	23,9	24,6	100,9
	Gem.	12,8	0,2	1,1	12,7	1,0	2,3	4,7	17,8	23,9	23,7
23 B 467	0,3	0,3	0,4	16,0	2,5	5,5	12,2	19,4	26,0	18,3	100,9
	0,3	0,3	1,3	16,0	2,4	5,3	12,8	19,2	25,3	19,2	102,1
	Gem.	0,3	0,3	0,9	16,0	2,4	5,4	12,5	19,3	25,7	18,7
23 B 468	0,4	0,1	1,2	6,1	0,5	0,1	2,4	0,1	2,5	88,0	101,4
	0,4	0,1	1,5	5,5	0,3	0,4	3,1	0	1,0	88,7	101,0
	Gem.	0,4	0,1	1,4	5,8	0,4	0,2	2,8	0,1	1,7	88,3
23 B 469	1,7	0,1	1,1	16,1	2,0	1,7	3,8	3,4	3,1	67,2	100,2
	1,7	0,1	1,4	17,3	1,3	1,5	5,0	2,0	4,7	62,0	97,0
	Gem.	1,7	0,1	1,3	16,7	1,6	1,6	4,4	2,7	3,9	64,6
23 B 470	18,2	0,4	0,8	10,3	2,4	2,8	8,0	12,4	17,7	27,3	100,3
	18,2	0,4	0,7	10,6	1,9	2,9	8,2	13,3	17,2	27,5	100,9
	Gem.	18,2	0,4	0,8	10,4	2,2	2,8	8,1	12,9	17,4	27,4
22 B 262	7,0	1,5	1,1	2,4	0,6	0,5	0	1,5	3,9		
	7,0	1,5	0,5	2,7	1,0	0	0	1,4	4,3		
	Gem.	7,0	1,5	0,8	2,6	0,8	0,2	0	1,5	4,1	79,5
23 B 027	14,3	1,1	0,8	7,9	0,8	0,9	3,0	3,7	6,5		
	14,3	1,1	0,8	7,5	0,6	1,3	2,3	4,1	7,0		
	Gem.	14,3	1,1	0,8	7,7	0,7	1,1	2,7	3,9	6,7	59,2
23 B 028	16,7	0,3	0,6	13,6	1,9	2,3	4,6	5,2	9,0		
	16,7	0,3	0,5	16,3	1,5	1,9	4,7	5,1	10,6		
	Gem.	16,7	0,3	0,6	14,9	1,7	2,1	4,7	5,1	9,8	45,1
23 B 997	0	1,1	1,5	81,5	3,4	3,2	2,7	0,1	2,4		
	0	1,1	1,7	80,7	4,3	2,6	2,6	0,1	2,3		
	Gem.	0	1,1	1,6	81,1	3,9	2,9	2,6	0,1	2,4	5,4
23 B 915	0	0	2,5	81,2	5,6	8,6	1,3	1,0	0		
	0	0	2,6	79,2	7,1	7,5	2,4	0,9	1,8		
	Gem.	0	0	2,6	80,2	6,3	8,1	1,8	1,0	0,9	3,1

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
18,0	3,1	1,3	0,6	0,5	0,1	0,1	—	—	—	—	—	350
10,5	3,0	1,5	1,0	0,8	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	351
2,0	2,7	20,4	46,0	15,9	1,0	0,2	0,1	—	—	—	—	129
3,1	3,8	19,0	28,8	7,5	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	161
13,5	5,0	4,6	3,1	0,9	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	317
40,8	18,9	17,7	1,3	0,4	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	237
20,1		16,5	12,8	9,4	0,3	0,1	—	—	—	—	—	201
20,8		12,6	7,6	3,5	0,3	0,1	0,1	0,1	—	—	—	236
0,6		0,7	0,9	1,5	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	—	179
0,6		0,5	0,5	0,9	0,4	0,1	0,1	—	—	—	—	239



TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
23 B 916	10,7	0	1,7	80,6	2,2	3,5	0	0	1,5		
	10,7	0	1,2	78,8	5,5	1,2	0,5	0	0,2		
Gem.	10,7	0	1,5	79,7	3,8	2,4	0,2	0	0,9	4,2	103,4
23 B 918	0	3,9	1,4	21,6	2,6	4,5	5,7	6,6	9,2	43,9	99,4
	0	3,9	1,3	20,9	3,2	4,5	5,2	7,0	6,9	46,0	98,9
Gem.	0	3,9	1,4	21,2	2,9	4,5	5,5	6,8	8,0	45,0	99,2
Pr 128	0,2	0,1	0	0	0,5	0,4	0,3	0	0,6	97,7	99,8
	0,2	0,1	0	0	0,1	0,8	0,5	0	0,9	97,9	100,5
Gem.	0,2	0,1	0	0	0,3	0,6	0,4	0	0,8	97,8	100,2
Pr 129	0,1	0,1	0	0	0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	98,5	100,4
	0,1	0,1	0	0	0	0,5	0,6	0	1,1	98,3	100,7
Gem.	0,1	0,1	0	0	0,1	0,5	0,5	0,2	0,7	98,4	100,6
Pr 130	0	0,1	0	0,1	0	0,3	0,5	0,1	1,4	98,4	100,9
	0	0,1	0	0,3	0	0,5	0,3	0,1	1,1	98,6	101,0
Gem.	0	0,1	0	0,2	0	0,4	0,4	0,1	1,3	98,5	101,0
Pr 131	0	0,1	0,1	0	0,6	1,0	0	0,1	1,5	96,8	100,2
	0	0,1	0	0	0,9	0,4	0,1	0	2,3	97,6	101,4
Gem.	0	0,1	0,1	0	0,7	0,7	0,1	0	1,9	97,2	100,8
Pr 132	0	0,1	0,1	0	0,9	1,0	0,3	0	2,8	94,6	99,8
	0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,8	0,4	0,1	3,1	94,8	100,3
Gem.	0	0,1	0,2	0,2	0,6	0,9	0,4	0	3,0	94,7	100,1
Pr 133	0,4	0,1	0,4	0	0	0,3	0	0	0,4	98,3	99,9
	0,4	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0	0,8	98,3	99,9
Gem.	0,4	0,1	0,3	0,1	0	0,1	0	0	0,6	98,3	99,9
56914	0	12,8	3,6	29,7	10,8	11,6	12,3	8,7	4,4	9,7	103,6
	0	12,8	3,6	29,5	10,9	11,1	12,0	7,6	4,0	12,2	103,7
Gem.	0	12,8	3,6	29,6	10,9	11,3	12,2	8,1	4,2	11,0	103,7
210751	0,5	0,9	1,6	17,8	4,2	3,5	10,6	15,7	23,3	21,7	99,8
	0,5	0,9	1,6	18,1	4,6	1,9	10,9	16,4	24,7	21,3	100,9
Gem.	0,5	0,9	1,6	18,0	4,4	2,7	10,7	16,1	24,0	21,5	100,4

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
0,7		0,8	0,8	1,2	0,5	0,1	0,1	—	—	—	—	162
31,6		8,7	1,4	1,1	0,9	0,6	0,5	0,1	0,1	—	—	259
0,2	0,3	0,3	1,0	1,9	3,8	20,6	43,2	16,5	5,9	2,6	1,5	35
0,2	0,2	0,4	2,5	10,1	15,7	27,2	21,0	8,7	6,1	4,3	2,0	45
0	0,7	0,6	6,2	16,4	20,5	27,4	16,7	4,1	2,6	2,1	1,2	56
0,4	1,4	1,8	19,8	38,3	31,1	4,0	0,2	0,1	0,1	—	—	70
0,7	3,3	2,0	14,3	52,0	19,0	3,0	0,2	0,1	0,1	—	—	95
0	0	0,1	2,9	1,3	4,7	18,4	29,7	21,1	12,6	5,7	1,8	32
1,2		1,2	1,3	2,1	1,2	0,9	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	278
6,5	5,3	1,2	0,8	1,0	1,1	1,1	1,6	1,3	1,0	0,6	—	320

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som (†)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
210752	0,2	0,3	1,7	16,9	2,7	3,3	9,5	17,7	25,6	20,7	98,6
	0,2	0,3	1,4	17,7	2,3	4,1	9,0	17,9	27,5	20,1	100,5
Gem.	0,2	0,3	1,6	17,3	2,5	3,7	9,2	17,8	26,6	20,4	99,6
256381	0	3,0	0,6	5,0	0,3	1,7	2,9	3,8	8,9		
	0	3,0	0,6	4,8	0,1	1,5	2,9	4,2	10,3		
Gem.	0	3,0	0,6	4,9	0,2	1,6	2,9	4,0	9,6	74,2	101,0
257075	0,1	3,1	1,5	22,5	2,9	4,5	6,0	4,4	5,7	48,4	99,1
	0,1	3,1	2,5	22,2	2,9	4,3	5,3	3,8	7,0	49,4	100,6
Gem.	0,1	3,1	2,0	22,4	2,9	4,4	5,6	4,1	6,4	48,9	99,9
257917	0,3	3,6	1,5	4,2	0,4	1,4	1,0	1,5	2,2	86,6	102,7
	0,3	3,6	1,3	4,4	0,9	0,5	1,2	1,0	2,0	86,2	101,4
Gem.	0,3	3,6	1,4	4,3	0,7	0,9	1,1	1,3	2,1	86,4	102,1
272066	11,6	4,0	3,0	30,9	4,6	7,3	12,1	8,6	7,2	10,3	99,6
	11,6	4,0	2,8	31,1	6,1	6,4	12,3	8,8	6,0	9,4	98,5
Gem.	11,6	4,0	2,9	31,0	5,4	6,8	12,2	8,7	6,6	9,8	99,0
272071	11,3	6,5	2,7	38,9	5,8	8,6	11,6	7,4	3,8	2,3	98,9
	11,3	6,5	2,9	38,3	7,0	7,8	12,2	7,5	3,4	1,9	98,8
Gem.	11,3	6,5	2,8	38,6	6,4	8,2	11,9	7,5	3,6	2,1	98,9
294006	8,7	4,2	3,6	51,4	6,8	6,4	10,3	5,3	3,3	3,5	103,5
	8,7	4,2	3,6	50,6	7,5	6,4	10,3	5,6	5,1	3,6	105,6
Gem.	8,7	4,2	3,6	51,0	7,2	6,4	10,3	5,4	4,2	3,6	104,6
294007	9,4	4,0	3,9	43,6	5,0	6,4	9,2	7,2	6,2	9,4	104,3
	9,4	4,0	3,2	42,9	5,1	6,8	9,7	7,8	5,0	9,1	103,0
Gem.	9,4	4,0	3,5	43,3	5,0	6,6	9,5	7,5	5,6	9,3	103,7
294008	9,9	3,1	2,6	34,0	3,6	5,5	10,1	9,6	6,6	15,1	100,1
	9,9	3,1	3,0	35,1	3,5	5,3	10,4	8,6	8,4	14,5	101,8
Gem.	9,9	3,1	2,8	34,5	3,6	5,4	10,3	9,1	7,5	14,8	101,0
294009	10,1	2,5	2,9	28,8	2,7	5,9	7,1	8,1	5,4	25,8	99,3
	10,1	2,5	3,1	29,3	2,3	4,5	8,1	7,6	7,2	25,6	100,3
Gem.	10,1	2,5	3,0	29,1	2,5	5,2	7,6	7,8	6,3	25,7	99,8

Subfracties												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$ )	1200— 1700 $\mu^*$ )	
11,3	7,1	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	351
17,8		9,7	15,0	10,5	13,3	5,4	1,6	0,7	0,1	0,1	—	168
6,7		2,7	1,9	21,4	10,1	0,6	0,2	0,2	0,3	0,6	1,0	159
1,1	3,4	2,8	9,4	20,0	16,4	13,0	7,9	5,0	4,2	2,0	1,2	82
6,5		2,2	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	334
Niet gezeefd												
1,4	1,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	370
3,3	2,8	1,7	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	379
5,5	4,1	3,1	1,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	325
6,5	7,2	8,1	3,2	0,5	0,1	0,1	—	—	—	—	—	279

TABEL 82 (vervolg)

N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som t)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
294010	8,8	2,4	2,4	25,9	2,7	4,1	5,6	5,4	7,4	35,4	100,1
	8,8	2,4	2,7	26,7	1,7	5,0	5,4	5,0	8,3	35,2	101,2
	Gem.	8,8	2,4	2,6	26,3	2,2	4,5	5,5	5,2	7,9	35,3
294011	8,1	1,8	2,0	16,7	1,7	3,1	4,2	3,4	6,1	52,1	99,2
	8,1	1,8	1,7	15,9	1,4	2,3	4,5	4,5	6,0	53,9	100,1
	Gem.	8,1	1,8	1,9	16,3	1,5	2,7	4,4	3,9	6,1	53,0
294012	8,0	1,7	0,6	10,3	0,3	1,4	2,2	3,5	5,3	66,0	99,3
	8,0	1,7	0,8	9,9	0	2,4	2,7	3,3	5,8	64,6	99,2
	Gem.	8,0	1,7	0,7	10,1	0,2	1,9	2,4	3,4	5,6	65,3
294013	6,5	3,7	2,7	58,5	4,9	8,3	8,7	4,4	0,3	1,6	99,6
	6,5	3,7	3,1	58,2	5,0	8,7	8,2	4,2	0,4	1,5	99,5
	Gem.	6,5	3,7	2,9	58,4	4,9	8,5	8,5	4,3	0,3	1,6
294014	6,8	3,7	2,9	54,1	3,6	10,3	8,2	6,1	2,8	2,8	101,3
	6,8	3,7	2,5	55,1	4,1	8,6	8,3	5,7	1,1	2,9	98,8
	Gem.	6,8	3,7	2,7	54,6	3,9	9,4	8,3	5,9	1,9	2,9
294015	4,6	4,0	3,5	51,2	4,1	8,4	8,4	5,8	5,5	5,0	100,5
	4,6	4,0	3,1	51,1	3,4	9,0	9,4	5,7	4,4	5,1	99,8
	Gem.	4,6	4,0	3,3	51,2	3,7	8,7	8,9	5,8	4,9	5,1
294016	4,9	3,7	3,0	48,9	4,6	8,0	8,4	6,4	6,6	7,3	101,8
	4,9	3,7	3,4	48,3	5,1	7,0	8,7	7,5	7,1	7,5	103,2
	Gem.	4,9	3,7	3,2	48,6	4,8	7,5	8,6	6,9	6,9	7,4
294017	3,4	3,8	2,9	45,5	4,9	5,9	8,9	8,0	7,3	10,4	101,0
	3,4	3,8	3,6	44,9	4,1	5,6	10,4	8,1	7,2	11,5	102,6
	Gem.	3,4	3,8	3,2	45,2	4,5	5,8	9,6	8,1	7,2	11,0
294018	6,1	3,7	3,0	34,4	2,7	5,1	8,9	7,7	7,4	19,3	98,3
	6,1	3,7	3,6	36,8	3,1	5,2	9,4	7,2	8,6	17,2	100,9
	Gem.	6,1	3,7	3,3	35,6	2,9	5,1	9,2	7,4	8,0	18,3
294019	5,8	3,7	2,6	29,6	2,7	5,4	6,9	8,5	13,3	23,0	101,5
	5,8	3,7	2,9	30,0	2,3	4,1	7,1	7,5	14,5	23,3	101,2
	Gem.	5,8	3,7	2,7	29,8	2,5	4,8	7,0	8,0	13,9	23,2

Subfractions												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
5,4	6,2	8,8	10,8	3,9	0,1	0,1	—	—	—	—	—	229
7,1	8,2	16,3	16,8	4,3	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	201
7,5	10,9	20,9	19,7	6,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—	191
0,4	0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—	411
0,7	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	387
1,4	2,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	356
1,4	2,5	1,5	0,7	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	337
1,9	2,0	1,9	1,0	1,9	1,1	0,7	0,3	0,1	0,1	—	—	310
2,9	6,3	0,8	1,8	3,0	1,6	1,1	0,5	0,1	0,1	0,1	—	277
5,6	8,0	4,6	2,4	1,2	0,7	0,4	0,1	0,1	0,1	—	—	292

TABEL 82 (vervolg)

N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gecorr. gloeirest	Subfracties							Som †)
				< 2 μ	2— 4 μ	4— 8 μ	8— 16 μ	16— 25 μ	25— 35 μ	> 35 μ	
294020	7,5	2,5	2,4	22,4	1,9	3,6	6,4	5,7	10,6	36,5	99,5
	7,5	2,5	2,4	22,9	0,9	4,0	5,8	5,3	10,8	39,0	101,1
Gem.	7,5	2,5	2,4	22,6	1,4	3,8	6,1	5,5	10,7	37,8	100,3
294021	6,7	2,3	2,9	14,6	1,9	3,3	3,8	4,4	8,2	51,6	99,7
	6,7	2,3	2,8	13,6	1,5	1,5	5,3	4,9	8,5	51,9	99,0
Gem.	6,7	2,3	2,9	14,1	1,7	2,4	4,5	4,7	8,3	51,8	99,4
294022	6,8	1,4	2,6	9,0	0,6	2,0	2,2	3,4	4,8	67,1	99,9
	6,8	1,4	2,8	9,3	1,3	2,5	3,6	2,8	4,4	64,1	99,0
Gem.	6,8	1,4	2,7	9,2	0,9	2,3	2,9	3,1	4,6	65,6	99,5
294023	4,8	0,9	1,8	6,3	0,1	0,5	2,7	0,9	1,1	80,8	99,9
	4,8	0,9	1,8	5,3	0,8	0,4	2,5	0	1,4	81,8	99,7
Gem.	4,8	0,9	1,8	5,8	0,4	0,5	2,6	0,4	1,3	81,3	99,8
294024	3,0	0,2	0,7	1,0	0,1	1,5	0,5	0,4	0	92,8	100,2
	3,0	0,2	0,9	1,1	0,4	0	1,0	0,8	0,3	93,0	100,7
Gem.	3,0	0,2	0,8	1,1	0,2	0,8	0,7	0,6	0,2	92,9	100,5
296430	0,1	13,2	1,5	20,4	3,1	5,2	9,2	9,0	16,2	25,4	103,3
	0,1	13,2	1,9	20,4	2,8	4,9	10,7	8,6	15,3	24,3	102,2
Gem.	0,1	13,2	1,7	20,4	3,0	5,0	10,0	8,8	16,7	24,9	102,8
305887	2,4	3,7	2,2	26,7	0,6	2,6	5,6	8,4	13,2		
	2,4	3,7	2,7	26,2	0,9	2,7	5,4	8,0	12,1		
Gem.	2,4	3,7	2,5	26,4	0,8	2,6	5,5	8,2	12,7	35,7	100,5

†) Deze som is gecorrigeerd voor CaCO<sub>3</sub> en SO<sub>3</sub>, echter niet voor de watersorptie (0,16 % per 10 % fractie < 2μ).

gegeven, met uitzondering van de subfracties van de fractie > 35 μ, die door zeven werden verkregen en waarvan alleen het gemiddelde is aangegeven, doordat direct bij de bepaling het gemiddelde werd berekend.

In tabel 83 zijn dan verder de resultaten aangegeven van een groot aantal analyses, verkregen volgens de methode-ATTERBERG, welke bepalingen eveneens in duplo werden verricht. Ook hier zijn de afzonderlijke bepalingen, evenals het gemiddelde weer afzonderlijk aangegeven. In tabel 84 volgt tenslotte nog het resultaat van de analyses volgens ATTERBERG van een 17-tal grondmonsters (zie ook tabel 68), waarbij echter slechts enkele fracties zijn bepaald.

Subfracties												U
35— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$	600— 850 $\mu$	850— 1200 $\mu^*$	1200— 1700 $\mu^*$	
5,3	11,2	8,1	6,2	2,3	1,7	1,6	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	235
5,6	8,8	14,7	12,9	4,6	2,0	1,7	0,9	0,3	0,1	0,1	0,1	217
5,4	8,5	16,8	24,1	9,6	0,7	0,3	0,1	0,1	—	—	—	174
0,9	3,1	10,5	42,4	23,4	0,7	0,2	0,1	—	—	—	—	121
0,4	1,3	5,7	33,7	40,6	8,9	1,9	0,3	0,1	—	—	—	99
6,2	2,3	2,3	6,1	4,8	1,4	0,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	258
18,3	8,9	3,0	1,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	268 1,1

Deze methode-ATTERBERG werd hierbij als volgt uitgevoerd:

10 gram luchtdroge grond werd in een bekersglas gedaan. Hierbij werd 50 cc  $H_2O_2$  30 % gevoegd, waarna dit een nacht bleef overstaan. Den volgenden morgen werd eerst de betreffende suspensie 5 minuten op de vlam gekookt, waarna 0,2 N HCl werd toegevoegd. Voor elke procent  $CaCO_3$  werd 10 cc van dit zoutzuur toegevoegd + 100 cc overmaat, waarna tot 400 cc werd aangevuld, zoodat de eindconcentratie 0,05 N was. Vervolgens werd nog eens 15 minuten op de vlam gekookt, waarna de suspensie overgebracht werd in de slijbcylinders volgens ATTERBERG.

Het afslibben van de fractie  $< 2 \mu$  geschiedde aldus (bezinkingstijd:



TABEL 83

*Methode Atterberg*

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 μ	2—8 μ	8—16 μ	16—22,6 μ	22,6—32 μ	> 32 μ
22 B 965	0	4,1	6,6	2,1	3,2	5,9	7,7	70,4
	0	4,1	7,4	2,6	3,1	6,1	7,7	69,0
Gemiddeld	0	4,1	7,0	2,4	3,2	6,0	7,7	69,8
22 B 966	0	0,8	5,9	1,9	3,8	6,3	11,3	70,0
	0	0,8	4,4	2,1	4,1	6,5	11,2	70,9
Gemiddeld	0	0,8	5,1	2,0	4,0	6,4	11,3	70,5
22 B 967	0	3,3	7,0	1,9	3,7	6,4	8,3	69,4
	0	3,3	7,6	2,0	3,6	6,9	7,8	68,8
Gemiddeld	0	3,3	7,3	1,9	3,7	6,6	8,1	69,1
22 B 968	0	0,6	12,5	1,9	3,8	7,2	12,1	61,9
	0	0,6	14,3	1,9	3,8	7,0	12,5	59,9
Gemiddeld	0	0,6	13,4	1,9	3,8	7,1	12,3	60,9
22 B 970	0	2,8	11,1	3,2	2,6	1,7	1,3	77,3
	0	2,8	10,8	3,1	2,5	1,4	1,4	78,0
Gemiddeld	0	2,8	10,9	3,2	2,6	1,5	1,4	77,6
22 B 969	0	4,4	8,5	2,4	2,4	2,1	1,7	78,5
	0	4,4	8,8	2,5	2,4	2,2	1,8	77,9
Gemiddeld	0	4,4	8,6	2,5	2,4	2,1	1,8	78,2
22 B 971	0	0,4	15,8	3,9	3,1	1,9	1,5	73,4
	0	0,4	16,2	4,0	3,4	2,1	1,6	72,3
Gemiddeld	0	0,4	16,0	4,0	3,2	2,0	1,6	72,8
22 B 972	0	0,3	25,3	9,0	6,0	6,4	3,9	49,1
	0	0,3	24,8	8,8	6,0	6,1	3,2	50,8
Gemiddeld	0	0,3	25,0	8,9	6,0	6,3	3,5	50,0
22 B 973	0	0,6	50,3	23,2	14,8	6,1	1,1	3,9
	0	0,6	50,1	23,1	15,0	6,1	1,1	4,0
Gemiddeld	0	0,6	50,2	23,1	14,9	6,1	1,1	4,0
22 B 974	0	0,1	26,4	6,8	4,3	3,9	1,3	57,2
	0	0,1	24,5	6,5	4,7	4,1	1,3	58,8
Gemiddeld	0	0,1	25,4	6,7	4,5	4,0	1,3	58,0

TABEL 83 (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 μ	2—8 μ	8—16 μ	16— 22,6 μ	22,6— 32 μ	> 32 μ
22 B 975	6,5	3,2	13,5	3,8	3,0	3,5	1,9	64,6
	6,5	3,2	13,8	3,8	3,0	3,5	1,9	64,3
Gemiddeld	6,5	3,2	13,6	3,8	3,0	3,5	1,9	64,5
22 B 976	3,3	4,0	28,8	6,8	5,1	6,3	4,5	41,2
	3,3	4,0	28,5	7,0	5,0	6,3	4,3	41,6
Gemiddeld	3,3	4,0	28,6	6,9	5,1	6,3	4,4	41,4
22 B 977	1,5	4,7	37,3	9,2	8,3	6,9	5,1	27,0
	1,5	4,7	38,5	8,9	8,5	6,1	5,0	26,8
Gemiddeld	1,5	4,7	37,9	9,1	8,4	6,5	5,0	26,9
22 B 978	4,0	2,9	8,1	1,3	1,0	2,0	1,4	79,3
	4,0	2,9	8,3	1,3	1,0	2,0	1,3	79,2
Gemiddeld	4,0	2,9	8,2	1,3	1,0	2,0	1,4	79,2
22 B 979	4,3	3,3	6,3	1,8	1,3	2,0	5,1	75,9
	4,3	3,3	7,2	1,8	1,1	1,9	5,2	75,2
Gemiddeld	4,3	3,3	6,7	1,8	1,2	2,0	5,1	75,6
22 B 980	13,0	1,7	25,4	7,2	5,2	3,9	4,0	39,6
	13,0	1,7	25,4	7,2	5,2	3,7	4,2	39,6
Gemiddeld	13,0	1,7	25,4	7,2	5,2	3,8	4,1	39,6
22 B 981	4,7	2,3	31,9	7,0	5,9	5,3	4,2	38,7
	4,7	2,3	32,2	7,0	5,9	4,9	4,5	38,5
Gemiddeld	4,7	2,3	32,0	7,0	5,9	5,1	4,4	38,6
22 B 982	4,1	2,1	18,1	3,6	3,9	3,9	5,1	59,2
	4,1	2,1	18,0	3,5	3,9	3,6	5,1	59,7
Gemiddeld	4,1	2,1	18,0	3,6	3,9	3,7	5,1	59,5
22 B 983	0	2,3	17,8	4,5	4,6	4,5	2,5	63,8
	0	2,3	17,8	4,5	4,5	4,6	2,3	64,0
Gemiddeld	0	2,3	17,8	4,5	4,5	4,6	2,4	63,9
23 B 006	0	0,1	19,5	4,7	3,7	3,7	1,2	67,0
	0	0,1	19,4	4,7	3,7	3,8	1,0	67,3
Gemiddeld	0	0,1	19,4	4,7	3,7	3,8	1,1	67,1

TABEL 83 (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16— 22,6 $\mu$	22,6— 32 $\mu$	> 32 $\mu$
23 B 007	13,5	3,9	22,1	3,6	6,6	7,2	7,2	35,9
	13,5	3,9	19,9	3,9	7,8	8,9	7,5	34,6
Gemiddeld	13,5	3,9	21,0	3,7	7,2	8,1	7,3	35,3
23 B 008	5,9	4,0	37,8	5,1	5,9	7,1	6,9	27,3
	5,9	4,0	37,8	5,2	6,1	7,0	7,5	26,5
Gemiddeld	5,9	4,0	37,8	5,1	6,0	7,1	7,2	26,9
23 B 009	0	2,6	10,9	5,0	8,7	12,4	15,4	45,0
	0	2,6	10,5	4,9	8,6	12,5	15,1	45,8
Gemiddeld	0	2,6	10,7	5,0	8,6	12,5	15,2	45,4
23 B 010	0	2,8	13,7	4,6	8,2	12,8	12,9	45,0
	0	2,8	11,0	4,7	8,7	15,2	14,2	43,4
Gemiddeld	0	2,8	12,3	4,7	8,4	14,0	13,6	44,2
23 B 011	0	10,0	53,7	6,8	4,1	2,8	2,8	19,8
	0	10,0	52,9	7,5	4,0	2,8	2,7	20,1
Gemiddeld	0	10,0	53,3	7,2	4,0	2,8	2,8	19,9
23 B 012	0	0,1	24,8	5,7	2,8	2,9	2,7	61,0
	0	0,1	24,4	6,1	3,1	2,7	2,6	61,0
Gemiddeld	0	0,1	24,6	5,9	2,9	2,8	2,7	61,0
23 B 013	0	0,1	11,1	4,4	5,9	2,1	2,0	74,4
	0	0,1	11,5	4,4	5,7	2,1	2,0	74,2
Gemiddeld	0	0,1	11,3	4,4	5,8	2,1	2,0	74,3
23 B 014	2,8	1,1	72,8	11,4	4,6	3,1	2,2	2,0
	2,8	1,1	73,5	11,1	4,3	2,9	2,1	2,2
Gemiddeld	2,8	1,1	73,2	11,2	4,5	3,0	2,1	2,1
23 B 015	8,8	3,4	26,6	7,4	4,6	3,9	3,7	41,6
	8,8	3,4	27,5	7,3	4,3	3,5	4,2	41,0
Gemiddeld	8,8	3,4	27,1	7,3	4,5	3,7	3,9	41,3
23 B 016	5,0	4,7	25,7	6,5	4,0	3,6	3,7	46,8
	5,0	4,7	25,1	6,8	3,8	3,0	3,8	47,8
Gemiddeld	5,0	4,7	25,4	6,7	3,9	3,3	3,7	47,3

TABEL 83 (vervolg)

Monster. N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16— 22,6 $\mu$	22,6— 32 $\mu$	> 32 $\mu$
23 B 017	3,7	10,1	23,7	5,6	4,4	3,7	4,2	44,6
	3,7	10,1	24,5	5,6	4,2	3,7	3,4	44,8
Gemiddeld	3,7	10,1	24,1	5,6	4,3	3,7	3,8	44,7
23 B 018	3,0	15,3	28,3	4,4	5,1	6,6	5,6	31,7
	3,0	15,3	28,1	4,4	5,7	6,2	5,6	31,7
Gemiddeld	3,0	15,3	28,2	4,4	5,4	6,4	5,6	31,7
23 B 019	9,2	3,4	8,1	3,2	8,2	16,7	14,8	36,4
	9,2	3,4	6,9	3,8	7,8	17,3	14,6	37,0
Gemiddeld	9,2	3,4	7,5	3,5	8,0	17,0	14,7	36,7
23 B 029	0	4,8	39,1	13,3	11,8	10,9	5,8	14,3
	0	4,8	40,4	13,3	11,9	7,7	7,8	14,1
Gemiddeld	0	4,8	39,8	13,3	11,8	9,3	6,8	14,2
23 B 030	0,1	4,8	43,1	13,0	11,4	10,1	5,3	12,2
	0,1	4,8	41,5	13,6	11,7	9,5	5,8	13,0
Gemiddeld	0,1	4,8	42,3	13,3	11,5	9,8	5,6	12,6
23 B 031	0,6	4,9	40,6	12,8	11,6	9,9	5,4	14,2
	0,6	4,9	40,8	12,8	12,0	11,3	6,1	11,5
Gemiddeld	0,6	4,9	40,7	12,8	11,8	10,6	5,8	12,8
23 B 032	0	5,1	45,1	12,8	11,0	9,1	5,1	11,8
	0	5,1	44,7	13,3	11,2	7,6	6,7	11,4
Gemiddeld	0	5,1	44,9	13,1	11,1	8,3	5,9	11,6
23 B 033	0,4	3,6	49,1	10,4	9,4	8,1	3,8	15,2
	0,4	3,6	47,8	11,6	9,0	6,9	6,0	14,7
Gemiddeld	0,4	3,6	48,5	11,0	9,2	7,5	4,9	14,9
23 B 034	4,0	3,5	57,1	13,7	7,5	4,5	2,0	7,7
	4,0	3,5	57,0	13,9	6,9	4,5	2,6	7,6
Gemiddeld	4,0	3,5	57,1	13,8	7,2	4,5	2,3	7,6
23 B 035	8,1	3,2	48,8	13,0	9,8	5,6	3,6	7,9
	8,1	3,2	48,8	12,9	9,5	6,8	3,2	7,5
Gemiddeld	8,1	3,2	48,8	13,0	9,6	6,2	3,4	7,7

TABEL 83 (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16— 22,6 $\mu$	22,6— 32 $\mu$	> 32 $\mu$
23 B 036	0	5,2	38,4	11,8	10,1	7,6	6,5	20,4
	0	5,2	37,4	11,2	10,2	9,0	6,1	20,9
Gemiddeld	0	5,2	37,9	11,5	10,1	8,3	6,3	20,7
23 B 037	0	4,4	32,2	10,4	11,0	9,0	11,6	21,4
	0	4,4	35,6	10,2	10,4	9,7	8,7	21,0
Gemiddeld	0	4,4	33,9	10,3	10,7	9,3	10,2	21,2
23 B 038	0,8	4,1	39,5	9,1	7,1	6,5	6,4	26,5
	0,8	4,1	39,4	8,7	7,5	5,5	7,4	26,6
Gemiddeld	0,8	4,1	39,4	8,9	7,3	6,0	6,9	26,6
23 B 039	8,9	2,7	39,0	9,0	6,7	6,3	4,0	23,4
	8,9	2,7	38,6	8,9	6,5	6,5	4,0	23,9
Gemiddeld	8,9	2,7	38,8	9,0	6,6	6,4	4,0	23,6
23 B 040	0	4,0	23,1	5,3	5,1	5,3	5,6	51,6
	0	4,0	24,8	5,9	4,8	2,8	5,5	52,2
Gemiddeld	0	4,0	23,9	5,6	4,9	4,1	5,6	51,9
23 B 041	0	3,6	24,4	8,9	9,7	10,3	11,2	31,9
	0	3,6	21,8	8,2	10,9	11,6	8,7	35,2
Gemiddeld	0	3,6	23,1	8,5	10,3	11,0	9,9	33,6
23 B 042	2,0	2,5	30,0	6,0	7,0	6,2	6,7	39,6
	2,0	2,5	29,9	6,2	7,1	6,1	6,8	39,4
Gemiddeld	2,0	2,5	29,9	6,1	7,1	6,1	6,8	39,5
23 B 043	8,0	2,3	23,4	5,1	4,6	3,7	4,0	48,9
	8,0	2,3	23,1	5,1	4,7	3,8	4,2	48,8
Gemiddeld	8,0	2,3	23,2	5,1	4,7	3,7	4,1	48,9
23 B 044	0	2,5	18,7	4,1	3,9	4,1	4,3	62,4
	0	2,5	15,7	4,1	3,7	4,2	4,4	65,4
Gemiddeld	0	2,5	17,2	4,1	3,8	4,2	4,3	63,9
23 B 045	0	1,9	22,5	5,4	7,2	7,1	9,9	46,0
	0	1,9	20,6	5,5	7,2	7,7	10,0	47,1
Gemiddeld	0	1,9	21,5	5,5	7,2	7,4	9,9	46,6

TABEL 83 (vervolg)

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16— 22,6 $\mu$	22,6— 32 $\mu$	> 32 $\mu$
23 B 046	1,6	2,1	17,8	3,3	3,0	3,7	4,3	64,2
Gemiddeld	1,6	2,1	17,6	3,4	3,0	4,0	4,3	64,0
	1,6	2,1	17,7	3,4	3,0	3,8	4,3	64,1
23 B 047	5,0	1,8	15,9	3,0	3,3	3,9	4,5	62,6
Gemiddeld	5,0	1,8	15,7	3,1	3,4	3,6	4,1	63,3
	5,0	1,8	15,8	3,1	3,3	3,8	4,3	62,9
23 B 048	0	2,1	9,4	2,2	2,4	2,9	3,6	77,4
Gemiddeld	0	2,1	9,2	2,1	2,3	2,6	3,5	78,2
	0	2,1	9,3	2,2	2,3	2,8	3,5	77,8
23 B 049	0	2,0	11,4	2,4	2,6	2,8	3,0	75,8
Gemiddeld	0	2,0	12,4	2,2	2,6	2,6	2,4	75,8
	0	2,0	11,9	2,3	2,6	2,7	2,7	75,8
23 B 050	0,3	2,1	10,4	1,9	2,0	2,2	2,5	78,6
Gemiddeld	0,3	2,1	10,2	1,9	2,0	2,1	2,9	78,5
	0,3	2,1	10,3	1,9	2,0	2,1	2,7	78,6
23 B 051	2,1	2,2	12,6	2,0	1,6	2,7	2,2	74,6
Gemiddeld	2,1	2,2	13,2	2,0	1,7	2,5	1,9	74,4
	2,1	2,2	12,9	2,0	1,7	2,6	2,0	74,5
23 B 052	1,6	2,0	15,4	2,9	2,7	2,9	3,7	68,8
Gemiddeld	1,6	2,0	15,5	2,9	2,8	2,7	3,9	68,6
	1,6	2,0	15,5	2,9	2,7	2,8	3,8	68,7
23 B 053	7,3	1,6	10,1	1,8	2,0	1,8	2,8	72,6
Gemiddeld	7,3	1,6	10,7	2,0	2,2	1,9	2,6	71,7
	7,3	1,6	10,4	1,9	2,1	1,8	2,7	72,2
23 B 054	0	0,3	30,6	8,3	4,2	3,4	2,4	50,8
Gemiddeld	0	0,3	33,8	8,9	4,6	3,2	2,2	47,0
	0	0,3	32,2	8,6	4,4	3,3	2,3	48,9
23 B 055	6,7	2,8	46,2	21,8	10,5	4,8	2,1	5,1
Gemiddeld	6,7	2,8	44,0	22,6	11,1	4,7	2,8	5,3
	6,7	2,8	45,1	22,2	10,8	4,7	2,5	5,2

TABEL 83 (vervolg)

Monster N°.	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Sunfracties in % op drogen grond					
			< 2 μ	2—8 μ	8—16 μ	16— 22,6 μ	22,6— 32 μ	> 32 μ
23 B 056	9,4	0,7	19,3	7,1	6,8	7,0	9,1	40,6
	9,4	0,7	19,8	7,2	6,7	6,9	8,7	40,6
Gemiddeld	9,4	0,7	19,6	7,1	6,8	6,9	8,9	40,6
23 B 057	0,2	3,9	26,9	8,7	8,9	9,2	7,6	34,6
	0,2	3,9	28,7	8,3	8,9	9,3	7,1	33,6
Gemiddeld	0,2	3,9	27,8	8,5	8,9	9,3	7,3	34,1
23 B 058	0	2,3	44,0	16,3	12,1	9,7	5,0	10,6
	0	2,3	44,0	16,4	12,2	9,5	5,2	10,4
Gemiddeld	0	2,3	44,0	16,4	12,1	9,6	5,1	10,5
23 B 059	0	1,4	40,1	11,5	9,5	9,4	4,7	23,4
	0	1,4	40,7	11,0	9,4	9,4	4,4	23,7
Gemiddeld	0	1,4	40,4	11,3	9,4	9,4	4,6	23,5
23 B 060	7,7	0,7	28,0	16,5	10,5	8,4	5,5	22,7
	7,7	0,7	25,3	16,8	10,9	8,7	5,8	24,1
Gemiddeld	7,7	0,7	26,6	16,7	10,7	8,5	5,7	23,4
23 B 061	0	0,4	44,4	18,5	10,9	6,3	2,9	16,6
	0	0,4	44,4	18,7	10,8	6,2	2,7	16,8
Gemiddeld	0	0,4	44,4	18,6	10,9	6,2	2,8	16,7
23 B 062	0	0,6	56,7	24,2	8,8	3,7	1,0	5,0
	0	0,6	56,3	23,9	9,3	3,5	1,0	5,4
Gemiddeld	0	0,6	56,5	24,1	9,0	3,6	1,0	5,2
23 B 063	0	0,2	13,7	8,5	10,4	12,4	12,0	42,8
	0	0,2	13,5	8,5	10,6	12,5	12,7	42,0
Gemiddeld	0	0,2	13,6	8,5	10,5	12,4	12,4	42,4
23 B 064	0	6,9	26,1	8,2	6,3	5,6	2,1	44,8
	0	6,9	26,5	8,3	6,6	5,5	2,2	44,0
Gemiddeld	0	6,9	26,3	8,2	6,5	5,5	2,2	44,4
23 B 065	0,6	5,0	31,8	6,9	6,1	7,2	5,0	37,4
	0,6	5,0	31,8	7,0	5,7	7,1	5,1	37,7
Gemiddeld	0,6	5,0	31,8	7,0	5,9	7,1	5,1	37,5
23 B 066	0	2,4	23,4	5,9	6,1	7,6	5,2	49,4
	0	2,4	22,7	5,9	6,4	7,6	5,8	49,2
Gemiddeld	0	2,4	23,0	5,9	6,3	7,6	5,5	49,3

TABEL 83 (vervolg)

Monster N <sup>o</sup> .	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties in % op drogen grond					
			< 2 $\mu$	2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16— 22,6 $\mu$	22,6— 32 $\mu$	> 32 $\mu$
23 B 067	4,9	1,5	15,7	3,2	2,5	5,0	3,2	64,0
	4,9	1,5	15,3	3,2	2,5	5,0	3,2	64,4
Gemiddeld	4,9	1,5	15,5	3,2	2,5	5,0	3,2	64,2
23 B 068	5,8	2,7	36,1	9,0	6,1	5,6	4,2	30,5
	5,8	2,7	36,4	8,7	6,3	5,8	4,2	30,1
Gemiddeld	5,8	2,7	36,2	8,9	6,2	5,7	4,2	30,3
13B 441	0,2	1,8	8,9	1,5	1,4	2,4	1,8	82,0
	0,2	1,8	8,7	1,4	1,4	2,2	1,9	82,4
Gemiddeld	0,2	1,8	8,8	1,5	1,4	2,3	1,8	82,2
23 B 442	5,8	1,5	7,1	1,2	1,0	1,8	1,2	80,4
	5,8	1,5	7,1	1,2	1,0	2,0	1,2	80,2
Gemiddeld	5,8	1,5	7,1	1,2	1,0	1,9	1,2	80,3
23 B 443	6,2	1,8	10,9	1,9	1,5	2,5	1,2	74,0
	6,2	1,8	9,0	2,1	1,6	3,7	1,2	74,4
Gemiddeld	6,2	1,8	10,0	2,0	1,5	3,1	1,2	74,2
23 B 444	0	1,6	9,3	2,8	2,4	2,8	1,5	79,6
	0	1,6	9,1	2,8	2,4	3,0	1,5	79,6
Gemiddeld	0	1,6	9,2	2,8	2,4	2,9	1,5	79,6
23 B 445	0	1,7	8,2	1,6	1,6	3,2	1,5	82,2
	0	1,7	8,5	1,5	1,6	3,1	1,6	82,0
Gemiddeld	0	1,7	8,3	1,6	1,6	3,1	1,6	82,1
23 B 446	6,5	1,6	8,7	1,4	1,2	2,0	1,0	77,6
	6,5	1,6	8,5	1,5	1,2	1,7	1,2	77,8
Gemiddeld	6,5	1,6	8,6	1,5	1,2	1,8	1,1	77,7
23 B 447	6,8	1,6	9,7	1,8	1,5	2,0	1,8	74,8
	6,8	1,6	9,7	1,8	1,5	2,2	1,8	74,6
Gemiddeld	6,8	1,6	9,7	1,8	1,5	2,1	1,8	74,7
23 B 448	0	1,5	26,2	8,2	7,9	8,2	5,8	42,2
	0	1,5	26,1	8,2	8,0	8,0	6,2	42,0
Gemiddeld	0	1,5	26,1	8,2	8,0	8,1	6,0	42,1
23 B 449	0	2,6	54,0	12,8	8,1	6,1	2,8	13,6
	0	2,6	53,9	12,6	8,0	6,2	2,8	13,9
Gemiddeld	0	2,6	54,0	12,7	8,0	6,2	2,8	13,7

*Opmerking.* De bepaling volgens ARTERBERG wordt steeds in duplo verricht. Kloppen deze bepalingen onderling met voldoende nauwkeurigheid, dan worden direct de gemiddelde cijfers berekend en dit gemiddelde cijfer op droge stof opgegeven.

De hierboven opgegeven bepalingen zijn voor het berekenen van de m. f. afzonderlijk beschouwd en op droge stof gezet. Hierdoor kunnen tenslotte de gemiddelde cijfers iets afwijken van de op de boven aangegeven wijze verkregen cijfers.



30 cm in 24 uur; voor constantheid van de temperatuur werd geen zorg gedragen). Eerst werd  $2 \times$  met leidingwater en daarna  $2 \times$  met gedestilleerd water geslibd, waarna de suspensie in de slibcilinders niet meer uitvlokt (eventueel geschiedde dit nog eens met gedestilleerd water). Daarna werd met  $0,1 \text{ N NH}_4\text{OH}$  geslibd tot helder, totdat de fractie  $< 2 \mu$  was verwijderd. De fracties 2—8; 8—16; 16—22,6 en 22,6—32  $\mu$  werden tenslotte met leidingwater afgeslibd <sup>207</sup>).

TABEL 84

*Methode Atterberg*

Grond- monster N°. B	Gehalten in % op drogen grond van de fractie			Grond- monster N°. B	Gehalten in % op drogen grond van de fractie		
	$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$< 16 \mu$		$< 2 \mu$	2—16 $\mu$	$< 16 \mu$
2049	13,4	7,7	21,1	20892	39,3	13,2	52,5
2053	37,3	22,1	59,4	15120	49,8	23,1	72,9
2054	49,9	25,2	75,1	6789	62,0	6,4	68,4
2624	24,4	7,9	32,3	7288	76,3	9,0	85,3
2871	24,3	15,8	40,1	833	55,6	25,5	81,1
2929	—	—	20,1	8037	70,6	16,7	87,3
7978	61,3	19,8	81,1	7644	64,3	8,8	73,1
8400	—	—	50,9	7663	47,1	23,4	70,5
20869	26,9	13,6	40,5	17752	64,8	23,6	88,4
				17753	64,8	14,4	79,2

Bij het bovenstaande kan worden opgemerkt (zie onderaan tabel 83), dat de bepaling altijd in duplo werd verricht, maar dat deze duplobepalingen gelijktijdig werden geslibd. Dit wil zeggen, dat het aantal afslibbingen, waarna de bovenstaande vloeistof als „helder” werd aangenomen, voor de duplobepalingen gelijk zijn. Hierdoor wordt de fout tusschen deze duplobepalingen kleiner dan indien deze duplobepalingen achter elkaar zouden zijn verricht en waarbij het aantal afslibbingen zeer waarschijnlijk ongelijk zou zijn geweest.

Ofschoon ook enkele analysecijfers volgens de methode KOFECKY van deze gronden bekend zijn, hebben deze cijfers hier verder geen waarde, aangezien dit aantal analyses te klein is om een vergelijking met de methode-ATTERBERG en met de nieuwe gecombineerde zeef-pipetmethode toe te laten. Deze cijfers zijn dan ook niet in deze publicatie opgenomen.

<sup>207</sup>) De eischen, waaraan de slibcilinders moeten voldoen, zijn de volgende:

1°. De onderkant van de tuit moet minstens op 5 mm en op niet meer dan 12 mm vanaf den bodem van den cylinder worden aangebracht.

2°. De cylinder moet precies vertikaal staan.

3°. De inhoud van den cylinder tot den bovenkant van de maatverdeeling mag niet minder dan 900 en niet meer dan 1000 cc bedragen.

4°. De geheel gevulde cylinder moet in 15 tot 25 seconden leegloopen.

*Opmerking.* Bij het slibben wordt het beginpunt op 2,5 cm boven den bodem van den cylinder aangenomen. De slibcilinders staan daarbij op een plank met een helling van  $3^\circ$  naar achteren. Bij de bepaling van de fractie  $< 2 \mu$  laat men de slibcilinders telkens langzaam leeg loopen (bijv. in 15 minuten); voor de grovere fracties is deze tijd 15 tot 25 seconden.

Voor een onderlinge vergelijking van deze methoden wordt naar de volgende paragraaf verwezen. Het doel van het weergeven van dit feitenmateriaal is naast het boven aangegeven oogmerk ook het vermelden van de analysecijfers van een groot aantal grondmonsters van zeer verschillende herkomst en samenstelling, aangezien de belangstelling daarvoor telkens opnieuw is gebleken. Ook ter bevordering van dit laatste gebruik is in sub V van dit hoofdstuk een korte beschrijving van de herkomst en van den aard van deze grondmonsters gegeven.

§ 12. *Vergelijkend onderzoek tusschen de nieuwe zeef-pipetmethode en de methode-Atterberg; de middelbare fouten van een bepaling van deze methoden*

Voor een vergelijking van de nieuwe zeef-pipetmethode en de methode-ATTERBERG zijn twee punten van belang, en wel in de eerste plaats in hoeverre de beide methoden dezelfde resultaten geven en in de tweede plaats hoe groot voor beide methoden de reproduceerbaarheid is.

Een nauwkeurige vergelijking tusschen beide methoden is alleen mogelijk voor de fracties  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$ , aangezien volgens beide methoden alle drie fracties werden bepaald. Voor de grovere fracties is dit niet mogelijk, aangezien iets verschillende fracties werden bepaald. Verder moet worden opgemerkt, dat bij de methode-ATTERBERG de fractie  $< 2 \mu$  niet wordt bepaald, maar wordt berekend door de som van de gehalten van de grovere fracties, het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte van 100 % af te trekken. De daardoor mogelijke fouten zijn uit de verrichte onderzoekingen herhaaldelijk gebleken, waarnaar dan ook verwezen kan worden. Verder wordt bij de methode-ATTERBERG de temperatuur niet constant gehouden, waardoor gedurende de geheele analyse de temperatuur zeker eenige graden Celsius zal hebben gevarieerd. Verder is hierbij niet streng de formule van STOKES gevolgd, maar is hierin een iets afwijkende constante gebruikt; zie ook het Normaalblad N<sup>o</sup>. N 213.

Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat een nauwkeurige overeenkomst volgens beide methoden niet verwacht mag worden.

In tabel 85 zijn de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$  bepaald volgens de beide methoden aangegeven.

In diagram 8 zijn dan telkens de verkregen gehalten van deze fracties tegen elkaar uitgezet.

Uit tabel 85 volgt, dat het gemiddelde gehalte van deze 3 fracties voor de methode-ATTERBERG resp. 29,3, 32,3 en 42,6 % en voor de gecombineerde zeef-pipetmethode resp. 27,8, 31,0 en 41,6 % zijn. Hierbij moet men er om denken, dat voor alle fracties niet hetzelfde aantal bepalingen beschikbaar is, waardoor dan ook veroorzaakt wordt, dat het gemiddelde gehalte van de fractie  $< 8 \mu$  slechts iets grooter is dan van de fractie  $< 16 \mu$  (zie tabel 85). Uit het feit, dat deze gemiddelde gehalten slechts weinig verschillen, volgt, dat gemiddeld genomen beide methoden weinig verschillende resultaten geven. Het feit, dat de methode-ATTERBERG iets hoogere resultaten geeft, kan verschillende oorzaken hebben. Men denke er ook aan, dat de gloeirest bij de zeef-pipetmethode nog niet over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  werd verdeeld. Geschiedt dit wel (tevens wordt de som op 100 gebracht;

zie sub IV), dan worden de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ , ( $< 4 \mu$ ),  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$  volgens de zeef-pipetmethode grooter.

Uit diagram 8 en uit tabel 85 blijkt verder, dat ook van geval tot geval het verschil in uitkomsten tusschen de volgens de methode-ATTERBERG en

TABEL 85

## Vergelijkend onderzoek Zeef-pipet- en Atterberg-methode

Grond- monster N <sup>o</sup> .	Fracties						Grond- monster N <sup>o</sup> .	Fracties					
	$< 2 \mu$		$< 8 \mu$		$< 16 \mu$			$< 2 \mu$		$< 8 \mu$		$< 16 \mu$	
	Zeef-pipet	ATTER- BERG	Zeef-pipet	ATTER- BERG	Zeef-pipet	ATTER- BERG		Zeef-pipet	ATTER- BERG	Zeef-pipet	ATTER- BERG	Zeef-pipet	ATTER- BERG
22 B 965	5,0	7,0	7,0	9,4	9,8	12,6	037	34,2	33,9	44,8	44,2	57,5	54,9
966	4,7	5,1	7,2	7,1	10,6	11,1	038	36,1	39,4	45,1	48,3	54,3	55,6
967	5,9	7,3	7,2	9,2	10,3	12,9	039	37,6	38,8	46,6	47,8	53,9	54,4
968	11,0	13,4	13,6	15,3	17,4	19,1	040	20,9	23,9	27,0	29,5	32,0	34,4
969	7,7	8,6	11,3	11,1	13,2	13,5	041	23,9	23,1	32,9	31,6	43,1	41,0
970	10,2	10,9	14,7	14,1	16,8	16,7	042	28,2	29,9	35,5	36,0	41,4	43,1
971	16,5	16,0	20,9	20,0	23,7	23,2	043	20,8	23,2	28,2	28,3	32,3	33,0
972	26,5	25,0	36,1	33,9	42,3	39,9	044	13,7	17,2	18,5	21,3	22,3	25,1
973	53,7	50,2	76,1	73,3	91,0	88,2	045	19,5	21,5	25,8	27,0	32,9	34,2
974	24,1	25,4	31,8	32,1	38,3	36,6	046	14,7	17,7	18,1	21,1	21,3	24,1
975	15,2	13,6	19,9	17,4	23,3	20,4	047	13,7	15,8	16,9	18,9	20,1	22,2
976	26,2	28,6	32,8	35,5	39,8	40,6	048	7,6	9,3	9,6	11,5	11,7	13,8
977	36,4	37,9	46,7	47,0	54,4	55,4	049	9,5	11,9	11,8	14,2	14,2	16,8
978	5,9	8,2	8,0	9,5	8,8	10,5	050	7,5	10,3	9,3	12,2	11,1	14,2
979	7,8	6,7	10,1	8,5	11,3	9,7	23 B 051	10,4	12,9	12,1	14,9	14,5	16,6
980	24,3	25,4	32,3	32,6	36,9	37,8	052	13,6	15,5	16,8	18,4	19,6	21,1
981	30,5	32,0	37,8	39,0	44,0	44,9	053	8,5	10,4	10,1	12,3	11,8	14,4
982	16,2	18,0	20,7	21,6	23,4	25,5	054	35,6	32,3	40,1	40,8	46,1	45,2
983	16,8	17,8	20,3	22,3	25,7	26,8	055	44,2	45,1	63,0	67,3	75,0	78,1
23 B 006	18,8	19,4	22,6	24,1	27,3	27,8	056	18,4	19,6	25,7	26,7	32,4	33,5
007	16,3	21,0	21,1	24,7	27,1	31,9	057	31,0	27,8	36,2	36,3	44,8	45,2
008	37,0	37,8	42,5	42,9	49,5	48,9	058	44,2	44,0	54,9	60,4	67,5	72,5
009	11,0	10,7	16,6	15,7	25,2	24,3	059	39,7	40,4	51,6	51,7	60,9	61,1
010	10,9	12,3	16,5	17,0	25,5	25,4	060	29,0	26,8	44,0	43,3	55,1	55,0
011	50,6	53,3	55,7	60,5	60,9	64,5	061	43,4	44,4	61,6	63,0	72,9	73,9
012	20,9	24,6	27,2	30,5	32,7	33,4	062	55,6	56,5	79,5	80,6	89,0	89,6
013	11,6	11,3	16,4	15,7	20,0	21,5	063	16,4	13,6	23,2	22,1	34,2	32,6
014	69,4	73,2	80,5	84,4	87,7	88,9	064	23,3	26,3	32,0	34,5	38,0	41,0
015	24,2	27,1	31,8	34,4	37,6	38,9	065	28,8	31,8	36,6	38,8	42,8	44,7
016	22,7	25,4	29,6	32,1	34,5	34,0	066	23,0	23,0	29,9	28,9	36,0	35,2
017	19,5	24,1	26,8	29,7	31,4	34,0	067	13,9	15,5	17,6	18,7	19,6	21,2
018	22,9	28,2	30,5	32,6	36,1	38,0	068	35,4	36,2	44,1	45,1	50,7	51,3
019	4,8	7,5	7,6	11,0	18,2	19,0	23 B 441	7,4	8,8	9,6	10,3	10,8	11,7
029	37,5	39,8	52,1	53,1	65,7	64,9	442	6,0	7,1	7,1	8,3	7,9	9,3
030	40,7	42,3	53,6	55,6	66,4	67,1	443	8,1	10,0	11,7	12,0	13,2	13,5
031	38,4	40,7	52,7	53,5	66,1	65,3	444	7,0	9,2	11,2	12,0	13,6	14,4
032	43,8	44,9	58,6	58,0	69,3	69,1	445	6,7	8,3	9,1	9,9	11,4	11,5
033	45,4	48,5	57,6	59,5	67,6	68,7	446	6,9	8,6	9,3	10,1	10,6	11,3
034	57,1	57,1	71,1	70,9	78,8	78,1	447	8,0	9,7	10,4	11,5	12,3	13,0
035	49,4	48,8	62,8	61,8	73,5	71,4	448	24,0	26,1	27,4	34,3	41,7	42,3
036	34,6	37,9	46,2	49,4	58,3	59,5	449	52,8	54,0	65,8	66,7	74,3	74,7

TABEL 85 (vervolg)

Grond- monster N°.	Fracties						Grond- monster N°.	Fracties					
	< 2 $\mu$		< 8 $\mu$		< 16 $\mu$			< 2 $\mu$		< 8 $\mu$		< 16 $\mu$	
	Zeef-pipet	ATTER-BERG	Zeef-pipet	ATTER-BERG	Zeef-pipet	ATTER-BERG		Zeef-pipet	ATTER-BERG	Zeef-pipet	ATTER-BERG	Zeef-pipet	ATTER-BERG
2049	13,7	13,4	—	—	20,4	21,1	833	58,2	55,6	—	—	83,3	81,1
2053	37,3	37,3	—	—	58,1	59,4	8037	—	70,6	—	—	—	87,3
2054	49,5	49,9	—	—	73,2	75,1	7644	62,2	64,3	—	—	73,4	73,1
2624	25,3	24,4	—	—	33,3	32,3	7663	44,9	47,1	—	—	72,2	70,5
2871	25,3	24,3	—	—	39,6	40,1	17752	67,6	64,8	—	—	93,8	88,4
2929	12,8	—	—	—	18,7	20,1	17753	66,0	64,8	—	—	78,5	79,2
7978	60,7	61,3	—	—	81,9	81,1	De gemiddelde gehalten van de fractie < 2 $\mu$ , < 8 $\mu$ en < 16 $\mu$ zijn volgens de methode ATTERBERG resp. 29,3, 32,3, 42,6 en volgens de zeef-pipet- methode resp. 27,8, 31,0 en 41,6 %.						
8400	35,7	—	—	—	50,7	50,9							
20869	28,8	26,9	—	—	45,6	40,5							
20892	38,9	39,3	—	—	56,2	52,5							
15120	49,2	49,8	—	—	74,2	72,9							
8789	63,7	62,0	—	—	72,6	68,4							
7288	75,8	76,3	—	—	83,3	85,3							

volgens de zeef-pipetmethode verkregen resultaten gering is. De maximale verschillen tusschen de gemiddelde gehalten, bepaald volgens de methode-ATTERBERG en volgens de pipetmethode, zijn voor de fractie < 2  $\mu$ , < 8  $\mu$

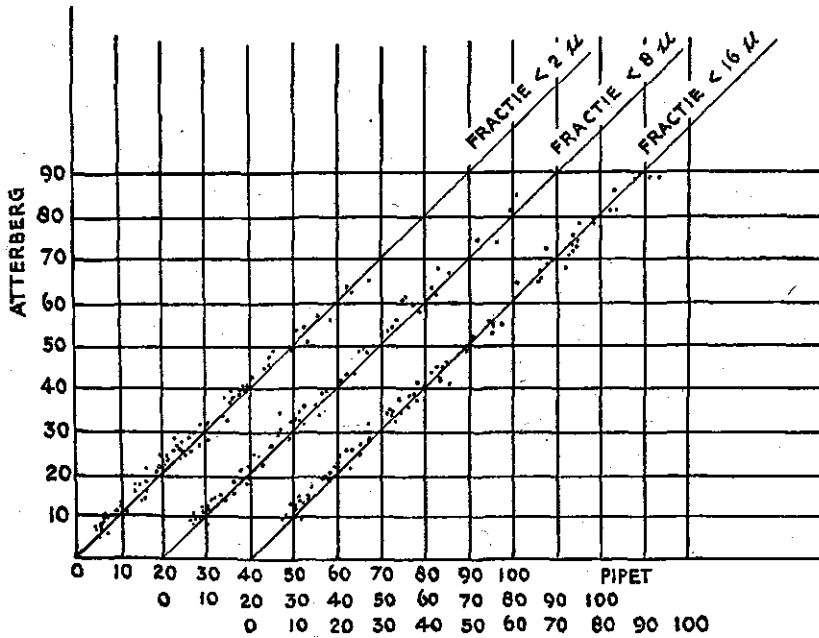


Diagram 8

en  $< 16 \mu$  resp. 5,3, 6,9 en 5,4 %. Ook hieruit volgt, dat als regel de volgens de methode-ATTERBERG verkregen gehalten hooger zijn dan volgens de zeef-pipetmethode verkregen gehalten, zoolang althans de gloeirest niet over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  op de reeds aangegeven wijze verdeeld is.

TABEL 86

## Vergelijkend onderzoek Zeef-pipet- en Atterberg-methode

Grond- monster N°.	Fracties in % op drogen grond								
	$< 25 \mu$		$< 22,6 \mu$		$< 35 \mu$		$< 32 \mu$		
	Zeef- pipet	ATTER- BERG	Zeef- pipet	ATTER- BERG	Grond- monster N°.	Zeef- pipet	ATTER- BERG	Zeef- pipet	ATTER- BERG
22 B 965	18,8	18,6	31,5	26,3	23 B 038	62,4	61,6	68,8	68,5
966	18,8	17,5	30,2	28,8	039	61,0	60,8	64,8	64,8
967	17,2	19,5	29,5	27,6	040	39,8	38,5	47,1	44,1
968	25,7	26,2	33,7	38,5	041	57,2	52,9	72,0	62,8
969	15,7	15,6	22,0	17,4	042	49,2	49,2	56,6	66,0
970	17,3	18,2	20,9	19,6	043	36,7	36,7	40,9	40,8
971	25,6	25,2	28,7	26,8	044	27,8	29,3	33,6	33,6
972	47,8	46,2	55,0	49,7	045	41,4	41,6	49,8	51,5
973	96,0	94,3	97,3	95,4	046	25,7	27,9	31,1	32,2
974	41,0	40,6	45,3	41,9	047	24,6	26,0	27,3	30,3
975	26,1	23,9	36,1	25,8	048	15,1	16,6	19,2	20,1
976	46,7	46,9	59,2	51,3	049	17,4	19,5	21,5	22,2
977	63,4	61,9	75,7	66,9	050	13,4	16,3	16,7	19,0
978	11,6	12,5	18,4	13,9	051	17,1	19,2	19,4	21,2
979	13,9	11,7	17,4	16,8	052	23,3	23,9	25,0	27,7
980	43,1	41,6	50,5	45,7	053	14,1	16,2	16,7	18,9
981	50,7	50,0	58,3	54,4	054	48,2	48,5	51,9	50,8
982	28,9	29,2	35,1	34,3	055	80,0	82,8	83,3	85,3
983	32,7	31,4	44,9	33,8	056	42,3	40,4	51,7	49,3
23 B 006	30,9	31,6	39,6	32,7	057	53,5	54,5	64,5	61,8
007	37,9	40,0	48,1	47,3	058	76,9	82,1	86,9	87,2
008	58,4	56,0	68,4	63,2	059	69,9	70,5	79,7	75,1
009	42,5	36,8	60,0	52,0	060	62,8	63,5	69,8	79,2
010	42,4	39,4	55,9	53,0	061	78,2	80,1	83,6	82,9
011	64,9	67,3	71,8	70,1	062	91,1	93,2	92,7	94,2
012	35,7	36,2	41,8	38,9	063	50,9	45,0	71,8	57,4
013	21,9	23,6	27,3	25,6	064	42,7	46,5	46,3	48,7
014	90,3	91,9	94,1	94,0	065	50,4	51,8	62,7	56,9
015	42,2	42,6	51,5	46,5	066	45,5	42,8	57,8	48,3
016	38,7	37,3	48,6	41,0	067	25,1	26,2	33,0	29,4
017	34,9	37,7	43,4	41,5	068	57,8	57,0	63,7	61,2
018	43,2	44,4	50,5	50,0	23 B 441	13,2	14,0	17,0	15,8
019	37,0	36,0	65,6	50,7	442	9,6	11,2	13,0	12,4
029	77,4	74,2	84,5	81,0	443	14,6	16,6	19,6	17,8
030	77,5	76,9	88,2	82,5	444	15,8	17,3	20,7	18,8
031	77,1	75,9	82,0	81,7	445	13,3	14,6	20,4	16,2
032	79,6	77,4	86,4	83,3	446	12,1	13,1	15,9	14,2
033	75,3	76,2	80,9	81,1	447	13,9	15,1	19,9	16,9
034	84,4	82,6	85,8	84,9	448	49,9	50,4	64,2	56,4
035	80,5	77,6	85,5	80,0	449	80,3	80,9	88,6	83,7
036	68,3	67,8	76,2	74,1	Gem.	43,6	43,6	51,1	48,6
037	69,5	64,2	78,6	74,4					

In tabel 86 en in diagram 9 zijn op soortgelijke wijze een vergelijking gemaakt tusschen de volgens de methode-ATTERBERG verkregen gehalten van de fractie  $< 22,6 \mu$  en  $< 32 \mu$  en volgens de zeef-pipetmethode verkregen gehalten van de fractie  $< 25 \mu$  en  $< 35 \mu$ . Een zuivere vergelijking is hier niet mogelijk, aangezien de fracties niet dezelfde zijn; anderzijds bedenken men ook, dat de formules, waarmede de bezinkingstijden berekend zijn, niet precies dezelfde zijn (zie den aanvang van deze paragraaf). Een ruwe

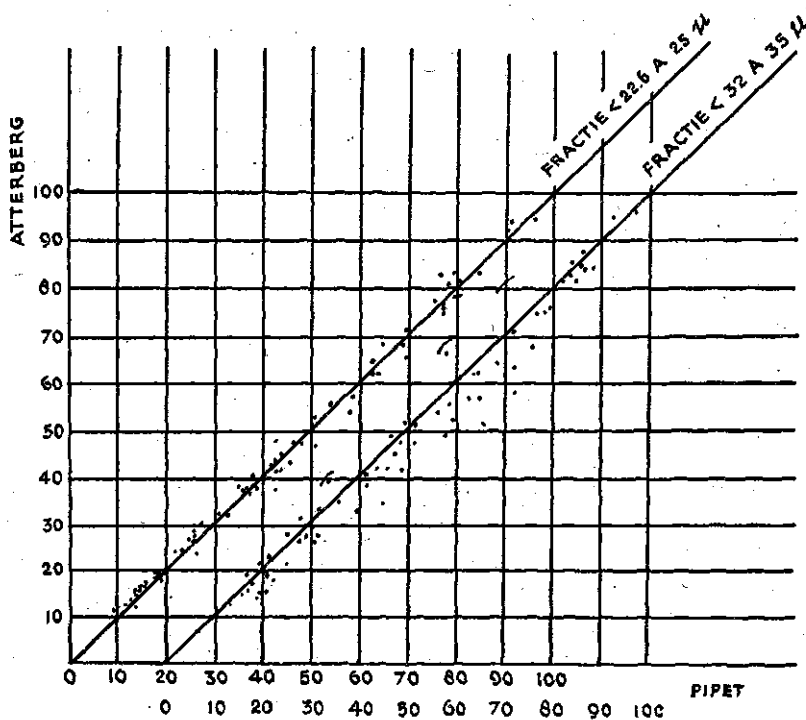


Diagram 9

vergelijking leert echter het volgende: Het gemiddelde gehalte van de fractie  $< 22,6 \mu$  en  $< 32 \mu$  (methode-ATTERBERG) is resp. 43,7 en 48,6 % en van de fractie  $< 25 \mu$  en  $< 35 \mu$  (zeef-pipetmethode) resp. 43,6 en 51,1 %. In overeenstemming met het feit, dat de fracties, die volgens ATTERBERG bepaald worden, iets fijner zijn dan die volgens de zeef-pipetmethode bepaald worden en het feit, dat bij gelijke fracties de ATTERBERG-methode iets hogere cijfers geeft, blijkt, dat er geen verschil in de gemiddelde gehalten van de fracties  $< 22,6 \mu$  resp.  $< 25 \mu$  bestaat. Blijkens diagram 9 zijn ook de verschillen van geval tot geval klein, ofschoon grooter dan bij de fijnere fracties.

Verder blijkt uit het bovenstaande, dat voor de fracties  $< 32 \mu$  resp.  $< 35 \mu$  volgens de zeef-pipetmethode een niet onbelangrijk hoger gemiddelde werd gevonden dan volgens de methode-ATTERBERG, welk verschil nog grooter wordt, indien de gloeirest wordt verdeeld over de subfracties van de fractie

$< 16 \mu$ . Weliswaar is de fractie volgens de zeef-pipetmethode bepaald merkbaar grover; het is toch de vraag of hierin de verklaring moet worden gezocht. Ook van geval tot geval (zie diagram 9 en tabel 86) komen verder — althans voor de fractie  $< 32 \text{ à } 35 \mu$  — aanmerkelijke verschillen voor. De maximale verschillen tusschen de gemiddelde gehalten van de fractie  $< 22,6 \mu$  à  $25 \mu$  en  $< 32 \text{ à } 35 \mu$  zijn resp. 5,9 en 14,9 %. Om dit na te gaan, werd onderzocht of de methode-ATTERBERG tot  $30 \mu$  nog juiste resultaten geeft. Daarvoor werd een mengsel onderzocht, bestaande uit 50 % van de fractie  $16\text{--}30 \mu$  en 50 % van de fractie  $30\text{--}40 \mu$ . Volgens de methode-ATTERBERG werd hierin het gehalte van de fractie  $< 30 \mu$  bepaald, welk gehalte dus juist 50 % moet bedragen, indien de methode-ATTERBERG nog tot deze deeltjesgrootte (zie ook sub II, § 7 van dit hoofdstuk) juiste resultaten geeft. Hierbij werd de temperatuur gemeten en nauwkeurig in rekening gebracht. Voor het gehalte van de fractie  $< 30 \mu$  werd bij dublobepalingen gevonden resp. 40,0 en 40,0 %, waaruit volgt, dat de methode-ATTERBERG te lage cijfers geeft, of dus niet meer voor de bepaling van de fractie  $< 30 \mu$  of nog grovere fracties gebruikt mag worden. In overeenstemming met het bovenaangegeven resultaat is het feit, dat de gehalten van de fractie  $< 32,6 \mu$  volgens diagram 9 te laag zijn, welk feit hiermede is verklaard.

Voor een vergelijking tusschen de methode-ATTERBERG en de zeef-pipetmethode zijn verder de middelbare fouten van één bepaling van belang. In tabel 87 zijn voor de 84 gronden, die volgens beide methoden onderzocht zijn, deze middelbare fouten voor de diverse fracties aangegeven.

Uit tabel 87 blijkt, dat bij beide methoden de middelbare fout naar grovere fracties grooter wordt, hetgeen vooral uit een vergelijking van de fijnste met de grofste fractie is op te maken <sup>208)</sup>. Uit de voorgaande paragrafen zal,

TABEL 87

*Middelbare fout van één bepaling*

Methode ATTERBERG					Zeef-pipetmethode						
Fractie					Fractie						
2—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16—22,6 $\mu$	22,6—32 $\mu$	$> 32 \mu$	$< 2 \mu$	2—4 $\mu$	4—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16—25 $\mu$	25—35 $\mu$	$> 35 \mu$
0,21	0,21	0,47	0,47	0,69	0,38 (0,44 *)	0,53 (0,71 *)	0,49 (0,63 *)	0,46 (0,59 *)	0,52 (0,48 *)	0,88 (0,45 *)	0,80 (0,72 *)

*Opmerking*: Uit tabel 29 blijkt, dat deze middelbare fout voor de fractie  $> 16 \mu$  0,35 is; zie ook de bij dezen tabel behoorenden tekst.

\*) Middelbare fouten verkregen bij 19 grondmonsters; zie tabel 57.

gebleken zijn, dat de foutenmogelijkheid toeneemt, naarmate de fracties grover worden, zoodat het eerstgenoemde feit geen verwondering behoeft te wekken. Wel is merkwaardig, dat de middelbare fouten bij de methode-ATTERBERG verkregen, kleiner zijn dan die, verkregen bij de zeef-pipetmethode,

<sup>208)</sup> Het resultaat verkregen bij de analyses van 19 andere monsters is echter anders, aangezien hier deze neiging niet aanwezig is. Het aantal monsters is daarvoor wellicht wat te klein.

zij het dan ook, dat het verschil niet groot is. De oorzaak daarvan ligt voornamelijk in het feit, dat de duplobepalingen bij de ATTERBERG-methode gelijktijdig werden aangezet, hetgeen beteekent, dat ook na eenzelfde aantal afslibbingen de bovenstaande vloeistof helder werd verklaard. Geschiedt dit niet, d.w.z. worden de duplobepalingen nà elkaar uitgevoerd, dan zal het aantal afslibbingen in het algemeen niet gelijk zijn, waardoor de verschillen tusschen de duplobepalingen toenemen en daarmee de middelbare fouten van deze bepaling. Helaas beschikken we niet over cijfermateriaal, waaruit de middelbare fouten van de ATTERBERG-methode in dat geval kan worden afgeleid. Deze fouten zijn, zooals reeds is opgemerkt, in elk geval grooter dan die in tabel 87 zijn aangegeven. Dit laatste neemt niet weg, dat de methode-ATTERBERG ook in dat geval zeer goed reproduceerbare cijfers blijft geven en dus voor preparatieve doeleinden dan ook nuttige diensten zal blijven bewijzen, voor zoverre deze methode niet meer voor analytische doeleinden wordt gebruikt. Noodzakelijk is het echter de methode-ATTERBERG niet voor de bereiding of bepaling van te grove fracties te gebruiken (zie hiervoor), aangezien anders foutieve uitkomsten worden, resp. kunnen worden verkregen.

De in tabel 87 aangegeven middelbare fouten zijn verder van dezelfde grootte-orde als reeds eerder bij een onderzoek met 19 grondmonsters (zie tabel 57) werd verkregen. Deze cijfers zijn eveneens in tabel 87 opgenomen.

### III. Gronden met meer dan 20 % humus

#### § 1. *Inleiding*

Uit § 10 van sub II van dit hoofdstuk is gebleken, dat de resteerende humusgehalten niet te verwaarloozen zijn, indien de oorspronkelijke humusgehalten van den grond te hoog zijn. In deze paragraaf is ook al aangegeven — zie tabel 80 —, dat het grootste gedeelte van het resteerende humusgehalte in de fractie  $< 35 \mu$  is achtergebleven. In de 30 onderzochte gronden met oorspronkelijke humusgehalten tot zelfs ruim 90 % toe, bleek het resteerende humusgehalte in de fractie  $> 35 \mu$  hoogstens 2,5 % te bedragen, welk gehalte kleiner was dan 1 %, indien de oorspronkelijke humusgehalten niet groter zijn dan 20 %. In de fractie  $< 35 \mu$  kan zich verder zooveel resteerende humus bevinden, dat deze gehalten niet te verwaarloozen zijn. Hierdoor was het dan ook noodig dit te verwijderen, hetgeen alleen door gloeien (tot  $\pm 1000^\circ \text{C}$ ) kan geschieden. Dit laatste is ook het geval voor de fractie  $> 35 \mu$ , indien hierin het gehalte van den resteerenden humus te groot wordt. Aangezien tengevolge van het gloeien ook het vastgebonden water wordt verwijderd, moet hiervoor een correctie worden aangebracht, welke correctie dus moet worden bepaald. Aangezien de fractie  $> 35 \mu$  moet worden gegloeid, voordat deze wordt gezeefd, moet worden nagegaan, of door dit gloeien de zeefresultaten ook veranderen. Dit laatste zou het geval zijn, indien de deeltjes tengevolge van het gloeien aan elkaar zouden bakken.

#### § 2. *Wordt door gloeien van de zandfractie het (droge) zeefresultaat beïnvloed*

Om na te gaan of door het gloeien van de fractie  $> 35 \mu$  het zeefresultaat wordt beïnvloed, werden de volgende bepalingen verricht. Een 13-tal gronden



met geringe humusgehalten werden in duplo op de gewone wijze (uitgegaan werd van telkens 20 gram grond) voorbereid, uitgewassen en natgezeefd door een zeeffe met een gemiddelde maaswijdte van  $35 \mu$ . De fractie  $> 35 \mu$  werd gedroogd en op de gewone wijze met behulp van de Rotap-zeeffmachine gezeefd. Daarna werden de subfracties weer bij elkaar gevoegd en gemengd, deze fracties  $> 35 \mu$  gedurende 2 uur bij  $\pm 1000^\circ \text{C}$  gegloeid en na afkoeling opnieuw gezeefd. In tabel 88 zijn de gemiddelde cijfers voor en na het gloeien aangegeven. Alvorens de verkregen resultaten te bespreken, kan worden opgemerkt, dat, aangezien de oorspronkelijke humusgehalten reeds zeer laag waren, de resteerende humusgehalten geheel te verwaarlozen zijn, zoodat afname van het gehalte van welke fractie dan ook, daardoor niet verklaard kan worden. Ook het vastgebonden water is te verwaarlozen gering. Overigens vond na het gloeien een omrekening plaats, zoodat de som van alle fracties (= fractie  $> 35 \mu$ ) voor en na het gloeien dezelfde waren. Tenslotte kan ook geen fout tengevolge van een resteerende heterogeniteit optreden, aangezien immers de subfracties van de fractie  $> 35 \mu$  na het zeven weer werden samengevoegd, alvorens deze fractie gegloeid werd, zoodat de zeefanalyses voor en na het gloeien met dezelfde fracties  $> 35 \mu$  werden uitgevoerd.

Uit tabel 88 blijkt nu, dat binnen kleine foutengrenzen de resultaten dezelfde zijn. Hieruit volgt, dat de fracties  $> 35 \mu$  zonder bezwaar kunnen worden gegloeid, aangezien dit het zeefresultaat niet beïnvloed. Tevens volgt hieruit, dat, indien het resteerende humusgehalte zoo groot wordt, dat de fractie  $> 35 \mu$  eerst gegloeid moet worden, dit zonder bezwaar kan geschieden, wat althans het zeefresultaat betreft. In het algemeen dient dit dus te geschieden, indien het oorspronkelijke humusgehalte 20 % of hooger is en mogelijk in een enkel geval ook bij een nog wat geringer humusgehalte, indien dit gewenscht mocht zijn. Hierbij kan worden opgemerkt, dat eventueel vastgebonden water tijdens dit gloeien ook verdwijnt. Uit de volgende paragraaf (§ 3) zal echter blijken, dat in het algemeen dit vastgebonden water te verwaarlozen gering is. Ook voor duidelijk ijzeroxydehoudende gronden is dat het geval. Mocht des ondanks de fractie  $> 35 \mu$  na het gloeien meer dan 2,5 % afnemen (2,5 % is het maximaal en slechts zelden voorkomend resteerd humusgehalte in deze fractie), dan kan voor dezen grond en voor de fractie  $> 35 \mu$  (uiteraard ook voor de subfracties van deze fractie) de gehalten voor het gloeien blijven gehandhaafd. Hierbij maakt men dan een geringe fout, aangezien nu niet voor het resteerd humusgehalte wordt gecorrigeerd. Deze fout is meestal zeer gering, aangezien immers als regel in deze fractie slechts een geringe hoeveelheid resteerd humus aanwezig is. De oorzaak van de bij dezen grond voorkomende daling van het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  is, indien deze dus voorkomt, onbekend. Ook in ijzeroxydehoudende gronden is namelijk deze afneming van het percentage van de fractie  $> 35 \mu$  na het gloeien in het algemeen te verwaarlozen (zie § 3). Waarschijnlijk betreft het toch op de een of andere wijze vastgebonden water.

§ 3. *Bepaling van de correctie voor het, tijdens het gloeien verloren gegane, vastgebonden water*

Zooals reeds in de voorgaande paragrafen is medegedeeld, zal tijdens het gloeien het vastgebonden water worden verwijderd. Het spreekt wel vanzelf,

TABEL 88

## Invloed gloeien op de (droge) zeefresultaten

Grondmonster N <sup>o</sup> .	Voor of na het gloeien	Subfracties in % op drogen grond											Totaal	
		35—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105—150 $\mu$	150—210 $\mu$	210—300 $\mu$	300—420 $\mu$	420—600 $\mu$	600—850 $\mu$	850—1200 $\mu$		1200—1700 $\mu$
22 B 965	Voor	28,8	18,1	10,4	2,1	2,5	1,6	0,8	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	65,8
	Na	28,9	19,0	9,5	2,1	2,4	1,6	0,7	0,8	0,3	0,2	0,2	0,1	65,8
22 B 966	Voor	33,4	20,4	9,8	1,7	1,9	1,1	0,4	0,4	0,2	0,1	—	—	69,4
	Na	33,1	20,2	9,7	2,1	2,0	1,1	0,5	0,4	0,2	0,1	—	—	69,4
22 B 967	Voor	22,2	13,6	6,5	1,9	6,3	7,1	4,0	3,6	1,3	0,6	0,3	0,1	67,5
	Na	23,3	12,9	6,3	1,8	6,1	7,4	4,0	3,4	1,3	0,6	0,3	0,1	67,5
22 B 968	Voor	28,6	17,6	7,4	1,1	0,9	0,6	0,3	0,5	0,3	0,1	0,2	—	57,6
	Na	27,8	16,6	8,3	1,8	1,0	0,6	0,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	57,6
22 B 971	Voor	3,9	3,8	7,8	13,6	14,7	8,0	8,2	5,5	2,6	1,7	1,1	0,5	71,4
	Na	3,6	4,0	8,3	13,6	14,6	8,2	7,8	5,4	2,7	1,7	1,0	0,5	71,4
22 B 972	Voor	5,5	3,3	5,8	8,5	11,8	4,7	3,8	2,0	0,8	0,3	0,2	0,1	46,8
	Na	5,0	3,4	6,0	8,6	11,9	4,8	3,9	2,0	0,8	0,3	0,1	—	46,8
22 B 975	Voor	11,5	8,9	15,9	15,7	2,7	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	56,3
	Na	10,0	8,6	17,7	16,1	2,6	0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	—	56,3
22 B 981	Voor	9,3	6,7	10,3	8,1	0,7	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	35,4
	Na	8,6	6,9	10,5	8,4	0,7	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	35,4
23 B 006	Voor	8,5	5,3	8,5	12,8	11,4	5,9	7,1	1,8	0,3	0,1	0,1	0,1	61,9
	Na	7,5	5,3	9,2	13,2	11,2	6,1	7,0	1,8	0,3	0,1	0,1	0,1	61,9
23 B 010	Voor	27,1	4,6	3,0	1,1	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	38,1
	Na	26,3	5,2	3,3	1,2	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	38,1
23 B 016	Voor	7,0	6,0	11,0	14,0	6,2	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	44,6
	Na	5,6	6,2	11,5	14,5	6,4	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	44,6
23 B 040	Voor	11,0	10,2	18,0	6,2	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	47,0
	Na	10,0	10,8	17,3	7,4	1,2	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	47,0
23 B 066	Voor	11,3	6,1	9,2	10,3	3,4	0,2	0,1	—	—	—	—	—	40,6
	Na	11,4	5,1	9,6	10,4	3,8	0,2	0,1	—	—	—	—	—	40,6

dat hiervoor een correctie moet worden aangebracht. Deze correctie was in dit geval gemakkelijk na te gaan, aangezien de bij de ATTERBERG-analyses verkregen fracties niet werden weggeworpen, maar worden bewaard. Zoo

nodig werden deze fracties nog verder onderverdeeld, zoodat we over een groot aantal fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$ ,  $8-16 \mu$ ,  $16-25 \mu$  en  $25-43 \mu$  beschikten, waarin door gloeien op  $1000^{\circ}\text{C}$  gedurende 2 uur op eenvoudige wijze het vastgebonden water kon worden bepaald. Dit vastgebonden water werd daarbij uitgedrukt in procenten op de gegloeide fractie, aangezien dit voor het aanbrengen van de correctie het gemakkelijkste is. Hierbij werd van 1 of 2 gram grond uitgegaan, waarbij de bepalingen in duplo werden verricht. Eerst werd natuurlijk in de droogstoom tot  $105^{\circ}\text{C}$  gedurende 1 uur gedroogd en gewogen en daarna gedurende 2 uur bij  $1000^{\circ}\text{C}$  en opnieuw gewogen. Aangezien ook deze fracties nog een zeker resteerend humusgehalte bevatten, werd dit in een gemiddeld monster (gelijk gewichtspercentage aan droge fractie) volgens de elementair-analyse bepaald. De gemiddelde resultaten van deze bepalingen zijn in tabel 89 aangegeven.

TABEL 89

Fractie $< 2\mu$			Fractie $2-4\mu$			Fractie $4-8\mu$		
N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond	N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond	N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond
1	Leem, Roden	10,5	5	Leem, Roden	5,8	5	Leem, Roden	4,1
2	Riv.klei, Haaften	11,1	6	Riv.klei, Haaften	4,7	6	Riv.klei, Haaften	3,7
3	Zeeklei, Gron.	10,4	7	Zeeklei, Groningen	4,4	7	Zeeklei, Groningen	3,3
4	Keileem, Z.zee	10,0	8	Keileem, Z.zee	4,4	8	Keileem, Z.zee	4,3
20	Marne, Gron.-	8,9	21	Marne, Groningen	4,4	21	Marne, Groningen	3,6
24	Potklei, Haren	12,5	32	Mengsel, Limburg	4,8	32	Mengsel, Limburg	3,6
26	Spiertklei, Zeeland	11,2	38	Riv.klei, Betuwe	3,4	38	Riv.klei, Betuwe	3,3
27	Zeeklei, Groningen	11,9	48	Idem	4,5	48	Idem	4,0
28	Knik, Groningen	10,0	49	Idem	4,4	49	Idem	4,0
31	Mengsel, Limburg	7,3	13	Riv.klei, Haaften	5,0	13	Riv.klei, Haaften	4,0
34	Löss, Limburg	7,2	29	Knik, Groningen	4,0	29	Knik, Groningen	2,0
36	Riv.klei Beersche Maas	12,1	30	N.O. Polder	4,1	30	N.O. Polder	3,5
40	Mengsel	11,4	35	Löss, Limburg	4,7	35	Löss, Limburg	3,3
42	Mengsel, Groningen	10,6	37	Riv.klei	4,6	37	Rivierklei	3,7
43	Mengsel	11,0	41	Mengsel	4,3	41	Mengsel	2,7
44	Idem	10,6	50	Idem	4,1	50	Idem	3,1
45	Idem	12,1	51	Idem	4,3	51	Idem	3,5
46	Idem	9,5	M	Idem	4,2	M	Idem	3,3
	Gemiddeld %	10,5		Gemiddeld %	4,5		Gemiddeld %	3,5
	% humus	1,1		% humus	0,7		% humus	0,7
	Gem. % vastgeb. water	9,4		Gem. % vastgeb. water	3,8		Gem. % vastgeb. water	2,8

Uit tabel 89 blijkt, dat van de aanwezige fracties de onderlinge verschillen van de fracties van verschillende herkomst gering zijn, zoodat het gemiddelde gloeiverlies voor de diverse fracties met voldoende zekerheid hieruit kan worden afgeleid. De fracties 16—25  $\mu$  en 25—43  $\mu$  waren echter niet afkomstig van ijzeroxydehoudende gronden. Wel was dit mogelijk het geval voor de fijnere fracties. De rivierkleigrond uit Haaften is bijv. zeker iets ijzeroxydehoudend. Op het vastgebonden water van de subfracties van de fractie < 16  $\mu$  heeft dit blijkbaar weinig of geen invloed gehad, zij het dan ook, dat de fractie 8—16  $\mu$  voor den rivierkleigrond uit Haaften wel het hoogste is en niet onbelangrijk hooger is dan het gemiddelde gehalte (2,6 %; de correctie voor den resteerenden humus is niet aangebracht). De afwijking van het gemiddelde is echter ook in dit geval klein genoeg om verwaarloosd te mogen worden. Om dit voor meerdere gronden te onderzoeken werden dan ook van 11 ijzer-

Fractie 8—16 $\mu$			Fractie 16—25 $\mu$			Fractie 25—43 $\mu$		
N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond	N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond	N <sup>o</sup> . monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden water in % op gegloeiden grond
9	Leem, Roden	2,8	12	Leem, Roden	1,4	12	Leem, Roden	0,5
10	Riv.klei, Haaften	4,2	14	Zeeklei, Groningen	1,4	14	Zeeklei, Groningen	1,0
11	Keileem, Z.z.	1,4	15	Keileem, Z.z.	0,9	15	Keileem	0,4
22	Marne, Groningen	2,0	55	Mengsel	1,1	55	Mengsel	0,7
33	Mengsel, Limburg	1,6						
39	Riv.klei, Betuwe	2,7		Gem. %	1,2		Gem. %	0,65
52	Idem	2,3		% humus	0,2		% humus	0,12
53	Idem	2,4						
13	Riv.klei, Haaften	3,0		Gem. % vastgeb. water	1,0		Gem. % vastgeb. water	0,5
29	Knik, Groningen	2,4						
30	N.O. Polder	3,7						
35	Löss, Limburg	2,2						
37	Riv.klei	3,7						
41	Mengsel	1,9						
50	Idem	1,8						
51	Idem	2,8						
M	Idem	2,9						
	Gem. % % humus	2,6 0,8						
	Gem. % vastgeb. water	1,8						

TABEL 90a

Mogelijk ijzer-

N°. monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden		
		< 2 $\mu$	2—4 $\mu$	4—8 $\mu$
459	Knikgrond, provincie Groningen . . . . .	8,3	4,4	3,1
2241	Rivierklei, Betuwe . . . . .	8,6	3,6	2,9
8537	Rivierklei, Gelderland . . . . .	8,1	3,4	2,3
8565	Knikgrond, Friesland . . . . .	8,1	3,3	3,0
10080	Rivierkl. Betuwe . . . . .	9,3	3,5	2,3
23 B 133	Koffiekl. zand, De Regge . . . . .	—	—	—
23 B 336	Zandoerlaag, De Regge . . . . .	12,8	1,0	—
	Gemiddeld % . . . . .	9,2	3,2	2,7
	% humus . . . . .	0,5	0,9	0,7
	Zuiver vastgebonden water . . . . .	8,7	2,3	2,0
	Vroeger gevonden cijfers (tabel 89) . . . . .	9,4	3,8	2,8

oxydehoudende of mogelijk ijzeroxydehoudende gronden in 4-voud met behulp van de methode-ATTERBERG de fracties < 2  $\mu$ , 2—4  $\mu$ , 4—8  $\mu$ , 8—16  $\mu$ , 16—25  $\mu$  en 25—35  $\mu$  gemaakt; de grovere fracties werden met behulp van de Rotap-zeefmachine verkregen. Ook in deze fracties werd met behulp van de elementair-analyse het resteerend humusgehalte en verder ook op de aangegeven wijze het vast gebonden water bepaald. De resultaten daarvan zijn in tabel 90a en 90b aangegeven.

Bij de tabellen 90a en 90b kan worden opgemerkt, dat, voorzooverre een voldoende hoeveelheid van de betreffende fracties verkregen is, in alle fracties afzonderlijk het vast gebonden water werd bepaald. Het resteerende humusgehalte werd echter in een mengsel van de betreffende fracties van alle grondmonsters (gelijke gewichtshoeveelheden) nagegaan.

Uit de tabellen 90a en 90b blijkt, dat feitelijk slechts 4 werkelijk ijzer-

TABEL 90b

IJzerhoudende

N°. monster	Grondsoort en herkomst van het monster	Vastgebonden		
		< 2 $\mu$	2—4 $\mu$	4—8 $\mu$
21431	Leem- en Fe-houdend zand . . . . .	11,6	5,1	6,1
23 B 011	Grauwe klei met Fe-afz., Lochem . . . . .	11,4	5,6	5,4
23 B 459	Kleefsaarde, Limburg . . . . .	8,5	7,0	7,0
23 B 463	Kleefsaarde, Limburg . . . . .	10,4	8,9	8,9
	Gemiddeld % . . . . .	10,5	6,7	6,9
	% humus . . . . .	0,4	0,9	0,7
	Zuiver vastgebonden water . . . . .	10,1	5,8	6,2

203a) Wellicht is het juist van ijzeroxyde houdende gronden te spreken, die abnormale hoevee-

## houdende gronden

water in % op gegloeiden grond in de fracties

8—16 $\mu$	16— 25 $\mu$	25— 41 $\mu$	41— 50 $\mu$	50— 75 $\mu$	75— 105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$	300— 420 $\mu$	420— 600 $\mu$
2,2	2,0	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—
1,9	1,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	0,7	1,2
1,4	0,8	0,6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—
2,0	1,3	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9	0,6	0,7	0,9	1,1	—
—	—	—	—	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	—
—	—	—	—	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	—
1,8	1,4	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	1,2
0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,7
1,4	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,5
1,8	1,0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—

houdende gronden (208a) aanwezig zijn (tabel 90b), terwijl in 7 andere gronden hoeveelheden vastgebonden water werden aangetroffen, die praktisch overeenkomen met de, in andere gronden reeds eerder bepaalde, cijfers (zie ook tabel 89). Ook van de, in tabel 90b aangegeven, resultaten blijkt de hoeveelheid vastgebonden water voor de fractie  $< 2 \mu$  overeen te komen met die afkomstig uit andere gronden. Voor niet-ijzerhoudende gronden, of beter — aangezien deze op het oog slecht te onderkennen zijn —, voor gronden, waarbij ook de fracties grover dan  $2 \mu$  geen abnormale hoeveelheid vastgebonden water bezitten, kan dan ook een gemiddeld percentage vastgebonden water worden berekend. Hierbij werd voor de fractie  $< 2 \mu$  uitgegaan van de, in de tabellen 89, 90a en 90b aangegeven, gemiddelde cijfers, waarbij het aantal onderzochte, afzonderlijke fracties, waaruit ieder gemiddelde is ontstaan, uiteraard in rekening werd gebracht. Voor de overige fracties moet hiervoor van de

## gronden

water in % op gegloeiden grond in de fracties

8—16 $\mu$	16—25 $\mu$	25—41 $\mu$	41—50 $\mu$	50—75 $\mu$	75—105 $\mu$	105— 150 $\mu$	150— 210 $\mu$	210— 300 $\mu$
6,6	5,6	1,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7
—	—	1,3	1,3	1,1	—	—	—	—
3,6	2,9	1,2	1,2	1,2	1,4	1,8	—	—
5,1	4,3	1,3	1,0	1,0	1,0	0,3	0,3	0,7
0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
4,7	3,7	1,2	0,9	0,9	0,9	0,1	0,2	0,5

heden vastgebonden water in vergelijking met deze hoeveelheden bij normale gronden bevatten.

gemiddelde cijfers van de tabellen 89 en 90a gebruik worden gemaakt. Voor de niet-ijzeroxydehoudende gronden zijn deze hoeveelheden vastgebonden water in % op den gegloeiden grond derhalve: Fractie  $< 2 \mu$  9,3 %; fractie  $2-4 \mu$  3,4 %; fractie  $4-8 \mu$  2,6 %; fractie  $8-16 \mu$  1,7 %; fractie  $16-25 \mu$  0,9 %. Voor de grovere fracties zijn deze hoeveelheden — ook voor de ijzeroxydehoudende gronden — zoo gering, dat deze verwaarloosd kunnen worden.

Voor de ijzeroxydehoudende gronden (tabel 90b) is het vastgebonden water van de fractie  $< 2 \mu$  normaal; voor de fracties  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$ ,  $8-16 \mu$  en  $16-25 \mu$  afwijkend hoog. Helaas zijn slechts weinig gronden onderzocht, aangezien het niet meevalt gronden te vinden, die afwijkend hooge hoeveelheden vastgebonden water bevatten. Op het oog is dit bijv. zeker niet na te gaan. Gronden, die er op het oog ijzeroxydehoudend uitzien, behoeven namelijk deze abnormale hoeveelheden vastgebonden water van de fracties met deeltjes-grootten tusschen 2 en  $50 \mu$  niet te bezitten. Men kan zich afvragen, of het aanwezige ijzeroxydecomplex hier wellicht nog relatief slechts weinig vastgebonden water bezit. Hoe het overigens ook moge zijn, voor ijzeroxydehoudende gronden met abnormale hoeveelheden vastgebonden water is het percentage van dit vastgebonden water voor de fracties  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$ ,  $8-16 \mu$  en  $16-25 \mu$  te stellen op resp. rond 6, 6, 4, 5 en 4 %. *Voor deze gronden is echter deze correctie niet aan te brengen, aangezien men niet weet, wanneer men met deze gronden te maken heeft.* Is dan ook bij gronden met meer dan 20 % humus de som van alle bestanddeelen na de gewone correctie voor vastgebonden water (dus voor normale gronden) te laag (deze gronden komen slechts uiterst zelden voor) en ligt dit niet aan een abnormale afneming van de fractie  $> 35 \mu$ , dan kan men het beste de bepaling van het humusgehalte herhalen om na te gaan, of hierin wellicht de fout schuilt. Indien dit niet het geval is, blijven de verkregen cijfers gehandhaafd. Bevredigend is deze analyse dan niet. Dergelijke gronden komen echter slechts uiterst zelden voor.

Samengevat blijkt dus, dat van alle gronden met meer dan 20 % humus na het gloeien de normale correcties voor het vastgebonden water moeten worden aangebracht, d.w.z. voor de fracties  $< 2 \mu$  9,3 % van het gegloeide materiaal, voor de fractie  $2-4 \mu$  3,4 %, voor de fractie  $4-8 \mu$  2,6 %, voor de fractie  $8-16 \mu$  1,7 % en voor de fractie  $16-25 \mu$  0,9 %. Voor de grovere fracties behoeft geen correctie te worden aangebracht. Indien de fractie  $> 35 \mu$  na het gloeien echter meer dan 2,5 % is gedaald, moeten de oorspronkelijke cijfers (dus van vóór het gloeien) worden gehandhaafd, indien de som van alle bestanddeelen dan omstreeks 100 % is. Is dit niet het geval, of blijft na de hiervoor genoemde verbetering de som van alle bestanddeelen belangrijk onder de 100 %, dan moet de humusbepaling worden herhaald. Blijft de som ook daarna belangrijk onder de 100 %, dan worden de verkregen cijfers zonder verdere verandering gehandhaafd. De uitkomst van deze analyse is dan onbevredigend. Dergelijke gevallen komen echter slechts uiterst zelden voor.

In sub IV van dit hoofdstuk zal een methode worden aangegeven om de som van alle bestanddeelen onder wegwerking van de gloeirest op 100 % te brengen. Uiteraard kan dit voor alle gronden geschieden. In enkele zeldzame gevallen moet daarbij dus op grootere fouten worden gerekend.

§ 4. *Bespreking van de analyseresultaten, verkregen voor en na het gloeien van de fracties en voor en na het aanbrengen van de correctie voor het vastgebonden water*

Om nu na te gaan, in hoeverre bevredigende resultaten met gronden met hogere humusgehalten worden verkregen, indien de monsters op de gewone wijze worden behandeld en de tot droog ingedampde 20 cc gepipeteerde vloeistof alleen wordt gedroogd tot 105° C (gewone analyse) resp. bij 1000° C worden gegloeid, werden een 30-tal grondmonsters met opklimmende humusgehalten (tot ruim 70 % toe) onderzocht. De analysemethode bleef daarbij

TABEL 91a

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 μ in % op drogen grond						35 μ	Som
				< 2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		
20823 Bij 105° C	0	10,8	2,9	3,8	1,8	0,7	2,0	1,3	2,1	77,6	103,0
	0	10,8	2,3	4,2	0	1,7	2,1	1,3	2,5	76,9	101,8
	0	10,8	2,6	4,0	0,9	1,2	2,1	1,3	2,3	77,2	102,4
Gegloeid	0	10,8	2,9	2,3	1,2	1,4	1,0	2,2	1,3	77,2	100,3
	0	10,8	2,3	2,2	0	2,1	1,3	2,6	1,6	76,3	99,2
	0	10,8	2,6	2,3	0,6	1,7	1,2	2,4	1,4	76,8	99,8
20906 Bij 105° C	0	14,2	1,9	9,9	2,1	1,8	2,1	1,7	3,0	62,2	98,9
	0	14,2	2,2	9,5	1,7	1,7	2,3	1,4	3,1	63,3	99,4
	0	14,2	2,1	9,7	1,9	1,7	2,2	1,6	3,0	62,8	99,2
Gegloeid	0	14,2	1,9	7,4	1,6	1,6	2,3	1,8	3,0	59,8	93,6
	0	14,2	2,2	7,0	1,3	1,6	2,5	1,6	3,1	63,0	96,5
	0	14,2	2,1	7,2	1,5	1,6	2,4	1,7	3,0	61,4	95,1
9711 Bij 105° C	3,1	14,8	4,5	28,5	5,0	5,4	5,5	5,1	6,8	20,1	98,8
	3,1	14,8	4,5	31,1	4,4	5,0	6,4	6,4	6,6	20,9	103,2
	3,1	14,8	4,5	29,8	4,7	5,2	6,0	5,7	6,7	20,5	101,0
Gegloeid	3,1	14,8	4,5	25,5	4,6	4,8	5,9	4,7	7,2	19,9	95,0
	3,1	14,8	4,5	27,6	4,4	4,0	7,2	5,8	7,0	20,6	99,0
	3,1	14,8	4,5	26,6	4,5	4,4	6,5	5,3	7,1	20,2	97,0
19802 Bij 105° C	0	16,4	1,5	2,6	1,0	0,3	1,3	0,1	0,9	76,2	100,3
	0	16,4	1,4	3,6	0,9	0,3	0,4	0,7	1,0	73,4	98,1
	0	16,4	1,5	3,1	0,9	0,3	0,9	0,4	0,9	74,8	99,2
Gegloeid	0	16,4	1,5	0,8	1,3	0,3	1,7	0,1	1,6	75,6	99,3
	0	16,4	1,4	1,6	1,0	0,1	1,0	0,8	0,8	72,5	95,6
	0	16,4	1,5	1,2	1,1	0,2	1,4	0,4	1,2	74,1	97,5



TABEL 91a (vervolg)

N <sup>o</sup> . monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 $\mu$ in % op drogen grond						35 $\mu$	Som
				< 2 $\mu$	2-4 $\mu$	4-8 $\mu$	8-16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$		
7376 Bij 105° C	0	18,5	1,6	2,1	1,3	1,8	1,0	0,5	1,0	76,3	104,1
	0	18,5	1,6	1,8	1,3	1,8	1,3	0	1,6	73,9	101,8
	0	18,5	1,6	2,0	1,3	1,8	1,1	0,3	1,3	75,1	103,0
Gegloeid	0	18,5	1,6	0,8	0	0,9	0,7	1,7	0,7	75,4	100,3
	0	18,5	1,6	0	1,0	0,4	1,2	0,9	1,0	72,4	97,0
	0	18,5	1,6	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	0,9	73,9	98,7
20834 Bij 105° C	0	17,7	3,0	5,5	1,2	0,9	0,9	0,9	0,8	67,2	98,1
	0	17,7	3,3	5,4	1,7	1,0	0,7	1,0	0,5	64,8	96,1
	0	17,7	3,2	5,4	1,5	0,9	0,8	1,0	0,6	66,0	97,1
Gegloeid	0	17,7	3,0	2,1	1,7	0,7	1,3	1,0	0,5	66,8	94,8
	0	17,7	3,3	1,8	2,1	1,0	1,2	0,5	0,9	64,3	92,8
	0	17,7	3,2	1,9	1,9	0,9	1,2	0,8	0,7	65,5	93,8
23 B 149 Bij 105° C	0	23,9	3,1	8,1	1,4	1,1	2,1	2,0	3,3		
	0	23,9	3,4	7,4	1,4	1,2	2,0	1,8	4,0		
	0	23,9	3,3	7,7	1,4	1,1	2,0	1,9	3,7	55,1	100,1
Gegloeid	0	23,9	3,1	4,6	1,1	0,9	1,7	2,5	3,2		
	0	23,9	3,4	4,4	0,8	1,1	2,0	2,2	3,8		
	0	23,9	3,3	4,5	0,9	1,0	1,9	2,3	3,5	54,1	95,4
18155 Bij 105° C	0	28,0	3,1	10,9	0	2,1	2,9	3,0	5,6	51,4	107,0
	0	28,0	3,0	10,5	1,7	1,8	3,0	2,8	6,0	52,1	108,9
	0	28,0	3,1	10,7	0,8	2,0	2,9	2,9	5,8	51,8	108,0
Gegloeid	0	28,0	3,1	6,7	0	2,9	2,4	4,1	5,1	47,4	99,7
	0	28,0	3,0	6,4	0	2,6	2,4	4,3	5,1	47,5	99,3
	0	28,0	3,1	6,5	0	2,8	2,4	4,2	5,1	47,4	99,5
9701 Bij 105° C	0	26,7	5,7	23,8	4,4	3,7	5,5	4,6	4,0	23,7	102,1
	0	26,7	5,4	22,8	4,8	4,0	4,4	5,2	4,2	23,9	101,4
	0	26,7	5,6	23,3	4,6	3,9	5,0	4,8	4,1	23,8	101,8
Gegloeid	0	26,7	5,7	22,1	2,9	3,7	6,0	4,0	4,0	21,3	96,4
	0	26,7	5,4	21,2	3,7	3,3	5,0	4,9	4,4	23,1	97,7
	0	26,7	5,6	21,6	3,3	3,5	5,5	4,5	4,2	22,2	97,1
19710 Bij 105° C	0	31,1	2,7	10,2	0,7	2,0	2,8	1,9	2,4	47,3	101,1
	0	31,1	2,6	11,0	0,5	1,9	3,1	1,7	2,8	47,1	101,8
	0	31,1	2,7	10,6	0,6	1,9	3,0	1,8	2,6	47,2	101,5
Gegloeid	0	31,1	2,7	5,5	2,1	1,6	3,2	1,6	2,4	46,1	96,3
	0	31,1	2,6	6,0	2,0	1,5	3,1	1,6	2,9	46,3	97,1
	0	31,1	2,7	5,7	2,1	1,5	3,2	1,6	2,6	46,2	96,7

TABEL 91a (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 $\mu$ in % op drogen grond						35 $\mu$	Som
				2 $\mu$	4 $\mu$	8 $\mu$	16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$		
				V	2	4	8	16	25		
19468 Bij 105° C	0	38,6	3,5	7,7	6,4	6,0	5,0	2,5	3,8	36,3	109,8
	0	38,6	3,3	8,7	7,2	6,3	5,6	2,8	4,2	33,5	110,2
	0	38,6	3,4	8,2	6,8	6,2	5,3	2,6	4,0	34,9	110,0
Gegloeid	0	38,6	3,5	4,7	2,4	5,6	5,0	3,3	3,0	32,2	98,3
	0	38,6	3,3	4,7	2,6	5,6	4,6	3,7	3,9	30,9	97,9
	0	38,6	3,4	4,7	2,5	5,6	4,8	3,5	3,5	31,5	98,1
19543 Bij 105° C	0	31,8	2,6	12,3	3,4	2,1	2,3	1,4	2,2	46,9	105,0
	0	31,8	2,9	13,9	4,3	2,7	2,6	1,4	1,7	48,7	110,0
	0	31,8	2,8	13,1	3,9	2,4	2,4	1,4	1,9	47,8	107,5
Gegloeid	0	31,8	2,6	8,3	0,5	2,2	1,9	1,4	2,2	45,4	96,3
	0	31,8	2,9	7,5	0,8	2,7	1,9	2,1	1,8	46,3	97,8
	0	31,8	2,8	7,9	0,7	2,4	1,9	1,8	2,0	45,8	97,1
18150 Bij 105° C	0	34,7	3,3	5,8	3,8	0,8	0,7	0,7	1,7	53,1	104,6
	0	34,7	3,2	4,8	3,6	0,9	0,7	1,2	0	57,5	106,6
	0	34,7	3,3	5,3	3,7	0,9	0,7	0,9	0,8	55,3	105,6
Gegloeid	0	34,7	3,3	1,6	0,8	1,2	1,2	0,8	1,5	51,6	96,7
	0	34,7	3,2	1,2	1,9	0,8	0,8	1,2	0	55,9	99,7
	0	34,7	3,3	1,4	1,4	1,0	1,0	1,0	0,7	53,7	98,2
16842 Bij 105° C	0	39,9	1,9	4,7	3,3	1,5	1,1	1,2	1,9	53,9	109,4
	0	39,9	2,2	5,1	2,4	1,6	0,7	0,3	3,0	53,7	108,9
	0	39,9	2,1	4,9	2,9	1,5	0,9	0,8	2,4	53,8	109,2
Gegloeid	0	39,9	1,9	0,7	1,1	1,6	0,8	1,6	2,0	51,1	100,7
	0	39,9	2,2	1,5	0,5	1,3	0,7	0,7	3,2	50,2	100,2
	0	39,9	2,1	1,1	0,8	1,5	0,7	1,2	2,6	50,7	100,6
9745 Bij 105° C	0	46,8	6,2	13,5	5,1	4,1	3,6	3,6	4,8	19,0	106,7
	0	46,8	6,0	14,7	5,2	4,8	3,6	3,6	4,9	17,3	106,8
	0	46,8	6,1	14,1	5,2	4,4	3,6	3,6	4,8	18,2	106,8
Gegloeid	0	46,8	6,2	8,1	3,2	3,6	3,5	1,9	5,5	17,6	96,4
	0	46,8	6,0	9,7	2,2	3,2	3,6	2,0	5,4	16,7	95,6
	0	46,8	6,1	8,9	2,7	3,4	3,6	1,9	5,5	17,1	96,0
20768 Bij 105° C	0	53,8	5,4	4,1	3,0	1,0	1,4	1,1	1,6	38,8	110,2
	0	53,8	4,2	4,8	2,8	2,3	1,8	1,4	1,5	34,8	107,4
	0	53,8	4,8	4,5	2,9	1,6	1,6	1,3	1,5	36,8	108,8
Gegloeid	0	53,8	5,4	0,8	1,4	0,5	1,1	1,1	1,5	37,0	102,6
	0	53,8	4,2	1,4	1,2	0,5	1,9	0,5	1,6	32,3	97,4
	0	53,8	4,8	1,1	1,3	0,5	1,5	0,8	1,6	34,6	100,0

TABEL 91a (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>2</sub>	Humus	Gloei- rest	Subtracties < 35 μ in % op drogen grond						Som	
				< 2μ	2-4 μ	4-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ		> 35 μ
BL 297185 Bij 105° C	0	57,4	13,4	5,9	3,9	4,5	2,2	2,1	1,9	17,8	109,1
	0	57,4	13,8	5,8	3,2	4,8	2,9	1,4	1,0	18,7	109,0
	0	57,4	13,6	5,9	3,5	4,7	2,5	1,8	1,4	18,3	109,1
Gegloeid	0	57,4	13,4	2,2	1,4	2,1	1,0	1,6	2,1	15,6	96,8
	0	57,4	13,8	1,8	1,0	2,8	1,6	0,4	1,5	16,0	96,3
	0	57,4	13,6	2,0	1,2	2,5	1,3	1,0	1,8	15,8	96,6
20772 Bij 105° C	0	57,3	6,4	7,7	5,2	1,4	1,1	0,8	0,8	27,6	108,3
	0	57,3	5,9	8,9	1,7	2,1	1,0	1,1	0,4	30,7	109,1
	0	57,3	6,2	8,3	3,4	1,7	1,0	1,0	0,6	29,2	108,7
Gegloeid	0	57,3	6,4	1,1	1,6	0,7	1,0	0,3	1,3	23,5	93,2
	0	57,3	5,9	1,0	0,4	1,4	1,0	1,1	0,8	23,5	92,4
	0	57,3	6,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	23,5	92,8
20779 Bij 105° C	0	71,0	11,4	10,7	8,3	5,9	2,0	0,6	0,9	8,0	118,8
	0	71,0	11,9	9,9	6,9	4,8	2,6	0	1,6	11,1	119,8
	0	71,0	11,7	10,3	7,6	5,3	2,3	0,3	1,3	9,5	119,3
Gegloeid	0	71,0	11,4	3,0	0,8	2,9	1,2	0,9	0,3	4,3	95,8
	0	71,0	11,9	2,4	1,4	2,6	0,8	0,9	1,4	4,6	97,0
	0	71,0	11,7	2,7	1,1	2,7	1,0	0,9	0,8	4,5	96,4
19502 Bij 105° C	0	0,6	0,5	5,2	1,2	0,3	0,9	1,0	0,8	92,3	102,8
	0	0,6	0,6	4,5	0,9	0,8	0	0,7	2,1	93,2	103,4
	0	0,6	0,6	4,7	1,1	0,5	0,5	0,8	1,5	92,8	103,1
Gegloeid	0	0,6	0,5	4,3	0,7	0,4	1,2	0,9	0,8	92,0	101,4
	0	0,6	0,6	3,8	0,3	1,4	0	0,9	1,2	93,0	101,8
	0	0,6	0,6	4,0	0,5	0,9	0,6	0,9	1,0	92,5	101,6
20809 Bij 105° C	0	2,2	0,9	5,1	0	1,1	0,6	1,5	4,1	84,9	100,4
	0	2,2	0,8	5,3	0	1,4	0,1	1,9	3,9	84,9	100,5
	0	2,2	0,9	5,2	0	1,2	0,4	1,7	4,0	84,9	100,5
Gegloeid	0	2,2	0,9	3,7	0	1,4	0,9	1,5	3,7	84,8	99,1
	0	2,2	0,8	4,3	0	1,4	0,8	1,9	2,8	84,8	99,0
	0	2,2	0,9	4,0	0	1,4	0,8	1,7	3,3	84,8	99,1
9761 Bij 105° C	2,6	3,8	2,7	34,7	6,1	7,0	7,1	5,2	6,9	26,4	102,5
	2,6	3,8	2,8	34,4	5,5	7,0	7,1	5,9	6,3	26,5	101,9
	2,6	3,8	2,8	34,5	5,8	7,0	7,1	5,6	6,6	26,4	102,2
Gegloeid	2,6	3,8	2,7	32,5	5,8	6,6	6,3	4,8	7,4	26,2	98,7
	2,6	3,8	2,8	32,6	4,7	6,1	7,1	5,3	6,7	26,3	98,0
	2,6	3,8	2,8	32,5	5,3	6,3	6,7	5,1	7,0	26,3	98,4

TABEL 91a (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloei- rest	Subfracties < 35 $\mu$ in % op drogen grond						35 $\mu$	Som
				< 2 $\mu$	2—4 $\mu$	4—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16—25 $\mu$	25—35 $\mu$		
20814 Bij 105° C	0	4,4	1,2	4,4	0	0,8	0,6	1,3	2,5	85,9	101,1
	0	4,4	1,1	4,3	0	1,0	0,9	1,6	2,9	84,8	101,0
	0	4,4	1,2	4,3	0	0,9	0,8	1,4	2,7	85,4	101,1
Gegloeid	0	4,4	1,2	3,7	0	0,9	1,3	1,4	1,4	85,6	99,9
	0	4,4	1,1	3,0	0,1	0	2,0	0,5	2,0	84,6	97,7
	0	4,4	1,2	3,3	0,1	0,4	1,7	0,9	1,7	84,9	98,6
20792 Bij 105° C	0	5,2	1,8	11,1	1,5	0,9	2,4	4,0	6,9	66,4	100,2
	0	5,2	1,6	12,0	0,8	1,3	1,8	4,8	5,7	67,4	100,6
	0	5,2	1,7	11,5	1,1	1,1	2,1	4,4	6,3	67,0	100,4
Gegloeid	0	5,2	1,8	9,4	1,2	1,2	2,2	3,9	6,3	66,5	97,7
	0	5,2	1,6	8,7	2,1	1,7	1,8	4,0	7,8	67,2	100,1
	0	5,2	1,7	9,1	1,6	1,5	2,0	3,9	7,1	66,8	98,9
7301 Bij 105° C	0	6,0	1,3	4,3	0	1,0	1,1	1,7	5,1	79,9	100,4
	0	6,0	1,1	5,2	0	1,3	1,1	1,9	4,3	80,5	101,4
	0	6,0	1,2	4,8	0	1,1	1,1	1,8	4,7	80,2	100,9
Gegloeid	0	6,0	1,3	2,4	0	1,7	1,5	1,7	5,0	79,7	99,3
	0	6,0	1,1	1,4	1,0	0	2,4	2,5	3,8	80,3	98,5
	0	6,0	1,2	1,9	0,5	0,9	1,9	2,1	4,4	80,0	98,9
20853 Bij 105° C	0	6,4	1,7	6,4	0,3	0,9	1,9	0,8	3,8	77,6	99,8
	0	6,4	1,6	6,5	0	1,7	1,3	1,7	2,8	76,6	98,6
	0	6,4	1,7	6,4	0,2	1,3	1,6	1,2	3,3	77,1	99,2
Gegloeid	0	6,4	1,7	4,1	0,6	1,2	2,4	1,0	3,1	77,3	97,8
	0	6,4	1,6	4,1	1,0	1,3	1,8	1,8	3,2	76,3	97,5
	0	6,4	1,7	4,1	0,8	1,2	2,1	1,4	3,2	76,8	97,7
20800 Bij 105° C	0	7,6	3,3	19,8	2,1	2,6	4,6	4,3	6,2	50,3	100,8
	0	7,6	3,1	18,6	1,3	2,9	4,2	4,8	6,0	49,9	98,4
	0	7,6	3,2	19,2	1,7	2,8	4,4	4,5	6,1	50,1	99,6
Gegloeid	0	7,6	3,3	16,2	1,2	3,4	4,2	5,1	6,4	50,2	97,6
	0	7,6	3,1	14,5	2,0	2,6	4,8	5,5	6,0	49,8	95,9
	0	7,6	3,2	15,4	1,6	3,0	4,5	5,3	6,2	50,0	96,8
7315 Bij 105° C	0	9,9	1,2	3,1	0,8	0,8	0,6	2,1	2,2	79,5	100,2
	0	9,9	1,6	4,2	1,7	1,2	0,5	1,5	2,4	78,0	101,0
	0	9,9	1,4	3,7	1,2	1,0	0,6	1,8	2,3	78,7	100,6
Gegloeid	0	9,9	1,2	1,0	1,0	2,1	0	1,5	2,8	79,3	98,8
	0	9,9	1,6	0,9	0,8	0,9	0,8	1,7	3,1	77,7	97,4
	0	9,9	1,4	1,0	0,9	1,5	0,4	1,6	2,9	78,5	98,1

TABEL 91a (vervolg)

N <sup>o</sup> . monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloei- rest	Subtracties > 35 μ in % op drogen grond						Som	
				2 μ	2-4 μ	4-8 μ	8-16 μ	16-25 μ	25-35 μ		
				∨					∧		
19467 Bij 105° C	0	11,3	1,0	2,7	1,4	1,2	1,7	1,2	2,8	76,5	99,8
	0	11,3	1,2	3,1	1,4	1,0	1,9	1,4	3,1	75,8	100,2
	0	11,3	1,1	2,9	1,4	1,1	1,8	1,3	3,0	76,1	100,0
Gegloeid	0	11,3	1,0	1,0	1,7	0,9	2,3	1,2	3,1	74,2	96,7
	0	11,3	1,2	1,3	1,5	0,9	2,6	1,3	2,3	74,1	96,5
	0	11,3	1,1	1,2	1,6	0,9	2,4	1,3	2,7	74,1	96,6

TABEL 91b

N <sup>o</sup> . van het monster	Subtracties > 35 μ in % op drogen grond										Som	U v/h zand 16-2000 μ		
	35-50 μ	50-75 μ	75-105 μ	105-150 μ	150-210 μ	210-300 μ	300-420 μ	420-600 μ	600-850 μ	850-1200 μ			1200-1700 μ	1700 μ
19502	5,3	12,6	24,1	33,4	11,3	2,4	2,0	0,6	0,4	0,4	—	—	92,5	110
20809	19,0	24,9	18,7	15,2	4,7	1,1	0,5	0,3	0,2	0,2	—	—	84,8	159
9761	14,7	8,4	2,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	26,3	265
20814	9,7	18,5	22,9	28,0	5,1	0,6	0,1	—	—	—	—	—	84,9	132
20792	26,6	17,2	9,3	8,2	3,2	0,9	0,7	0,3	0,2	0,2	—	—	66,8	200
7301	12,9	10,7	9,4	18,9	15,1	6,3	4,4	1,2	0,6	0,3	0,2	—	80,0	130
20853	6,9	8,0	10,3	24,4	13,9	4,4	3,7	1,9	1,7	1,2	0,4	—	76,8	111
20800	13,6	9,9	7,5	11,0	4,9	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	—	—	50,0	191
7315	7,0	9,1	10,6	23,6	13,9	5,6	4,7	1,7	1,0	1,0	0,3	—	78,5	111
19467	6,2	8,5	12,2	27,6	13,3	3,7	1,9	0,3	0,2	0,1	0,1	—	74,1	115
20823	8,0	8,2	10,5	24,8	13,3	4,4	3,3	1,5	1,4	1,1	0,3	—	76,8	114
20906	7,3	7,9	8,3	19,5	10,5	3,3	2,4	1,0	0,7	0,5	—	—	61,4	125
9711	9,8	6,7	2,6	0,7	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—	20,2	272
19802	3,9	8,4	13,6	29,0	12,9	3,5	1,9	0,4	0,3	0,2	—	—	74,1	102
7376	2,8	6,6	10,4	26,5	16,7	5,6	3,2	0,9	0,6	0,5	0,1	—	73,9	96
20834	2,9	8,1	17,2	29,1	6,5	1,0	0,5	0,1	0,1	—	—	—	65,5	110
23 B 149	14,1	14,9	8,8	10,2	3,5	1,0	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	—	54,1	180
18155	15,3	14,2	6,7	5,9	2,3	0,8	0,7	0,3	0,3	0,4	0,5	—	47,4	200
9701	5,8	3,1	7,3	4,4	1,1	0,3	0,1	0,1	—	—	—	—	22,2	222
19710	0,9	6,8	8,2	18,5	8,1	2,0	1,1	0,2	0,2	0,1	0,1	—	46,2	119
19468	5,7	4,6	5,1	9,1	4,5	1,5	0,8	0,1	0,1	—	—	—	31,5	175
19543	4,6	6,6	9,7	16,1	5,9	1,7	0,8	0,2	0,1	0,1	—	—	45,8	133
18150	2,4	5,1	10,0	21,1	9,8	2,7	1,7	0,3	0,3	0,2	0,1	—	53,7	103
16842	6,6	11,8	12,8	10,0	5,2	2,1	1,5	0,4	0,1	0,1	0,1	—	50,7	141
9745	2,5	8,6	3,8	1,1	0,6	0,3	0,1	0,1	—	—	—	—	17,1	221
20768	3,7	5,0	5,3	10,6	5,6	1,8	1,3	0,5	0,4	0,3	0,1	—	34,6	123
BL297185	0,8	2,2	1,7	1,7	1,7	1,1	1,1	1,4	1,7	1,8	0,6	—	15,8	121
20772	2,7	2,9	2,8	6,2	4,3	1,5	1,3	0,7	0,6	0,4	0,1	—	23,5	119
20779	1,1	0,8	0,6	0,9	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	—	—	—	4,5	—

dezelfde als voor de overige gronden. Zooals reeds hiervoor is opgemerkt, werd de 20 cc gepipeteerde suspensie na bij 105° C gedroogd en gewogen te zijn, gedurende 2 uur bij 1000° C gegloeid en opnieuw gewogen. De resterende humus is daarbij verdwenen, evenals het vastgebonden water, waarvoor een correctie moet worden aangebracht. In tabel 91a en 91b werden de resultaten vermeld, indien zowel niet (gewone analyse) dan wel gegloeid werd. Uit tabel 91a valt op, dat na het gloeien het percentage (gewicht) soms is toegenomen, hetgeen zeer waarschijnlijk door weeg- en dergelijke fouten is veroorzaakt en verder dan ook onbesproken zal blijven. Het belangrijkste is wel in hoeverre de som van alle bestanddeelen bij de toepassing van de gewone analyse resp. na gloeien en het aanbrengen van de correctie voor het vastgebonden water van 100 % afwijkt. De daarvoor van belang zijnde, gemiddelde cijfers zijn nog eens in tabel 92 aangegeven.

TABEL 92

A°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 μ in % op drogen grond						35 μ	Som
				∨	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		
19502	0	0,6	0,6	4,7	1,1	0,5	0,5	0,8	1,5	92,8	103,1
Subfractie bij 105° C .	0	0,6	0,6	4,0	0,5	0,9	0,6	0,9	1,0	92,5	101,6
Subfractie gegloeid . .	0	0,6	0,6	4,4	0,5	0,9	0,6	0,9	1,0	92,5	102,0
Gecorr. voor " vastgeb. water											
20809	0	2,2	0,9	5,2	0	1,2	0,4	1,7	4,0	84,9	100,5
Subfracties bij 105° C .	0	2,2	0,9	4,0	0	1,4	0,8	1,7	3,3	84,8	99,1
" gegloeid . .	0	2,2	0,9	4,4	0	1,4	0,8	1,7	3,3	84,8	99,5
Gecorr. voor " vastgeb. water											
9761	2,6	3,8	2,8	34,5	5,8	7,0	7,1	5,6	6,6	26,4	102,2
Subfractie bij 105° C .	2,6	3,8	2,8	32,5	5,3	6,3	6,7	5,1	7,0	26,3	98,4
" gegloeid . .	2,6	3,8	2,8	35,8	5,5	6,5	6,8	5,1	7,0	26,3	102,2
Gecorr. voor " vastgeb. water											
20814	0	4,4	1,2	4,3	0	0,9	0,8	1,4	2,7	85,4	101,1
Subfractie bij 105° C .	0	4,4	1,2	3,3	0,1	0,4	1,7	0,9	1,7	84,9	98,6
" gegloeid . .	0	4,4	1,2	3,6	0,1	0,4	1,7	0,9	1,7	84,9	98,9
Gecorr. voor " vastgeb. water											

TABEL 92 (vervolg)

N <sup>o</sup> , monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 μ in % op drogen grond						35 μ	Som
				2 μ	4 μ	8 μ	16 μ	25 μ	35 μ		
				∇	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		
20792											
Subfractie bij 105° C .	0	5,2	1,7	11,5	1,1	1,1	2,1	4,4	6,3	67,0	100,4
„ gegløeid . .	0	5,2	1,7	9,1	1,6	1,5	2,0	3,9	7,1	66,8	98,9
Gecorr. v. vastgeb. water	0	5,2	1,7	10,0	1,7	1,5	2,0	3,9	7,1	66,8	99,9
7301											
Subfractie bij 105° C .	0	6,0	1,2	4,8	0	1,1	1,1	1,8	4,7	80,2	100,9
„ gegløeid . .	0	6,0	1,2	1,9	0,5	0,9	1,9	2,1	4,4	80,0	98,9
Gecorr. v. vastgeb. water	0	6,0	1,2	2,1	0,5	0,9	1,9	2,1	4,4	80,0	99,1
20853											
Subfractie bij 105° C .	0	6,4	1,7	6,4	0,2	1,3	1,6	1,2	3,3	77,1	99,2
„ gegløeid . .	0	6,4	1,7	4,1	0,8	1,2	2,1	1,4	3,2	76,8	97,7
Gecorr. v. vastgeb. water	0	6,4	1,7	4,5	0,8	1,2	2,1	1,4	3,2	76,8	98,1
20800											
Subfractie bij 105° C .	0	7,6	3,2	19,2	1,7	2,8	4,4	4,5	6,1	50,1	99,6
„ gegløeid . .	0	7,6	3,2	15,4	1,6	3,0	4,5	5,3	6,2	50,0	96,8
Gecorr. v. vastgeb. water	0	7,6	3,2	17,0	1,7	3,1	4,6	5,3	6,2	50,0	98,7
7315											
Subfractie bij 105° C .	0	9,9	1,4	3,7	1,2	1,0	0,6	1,8	2,3	78,7	100,6
„ gegløeid . .	0	9,9	1,4	1,0	0,9	1,5	0,4	1,6	2,9	78,5	98,1
Gecorr. v. vastgeb. water	0	9,9	1,4	1,1	0,9	1,5	0,4	1,6	2,9	78,5	98,2
19467											
Subfractie bij 105° C .	0	11,3	1,1	2,9	1,4	1,1	1,8	1,3	3,0	76,1	100,0
„ gegløeid . .	0	11,3	1,1	1,2	1,6	0,9	2,4	1,3	2,7	74,1	96,6
Gecorr. v. vastgeb. water	0	11,3	1,1	1,3	1,7	0,9	2,4	1,3	2,7	74,1	96,8
20823											
Subfractie bij 105° C .	0	10,8	2,6	4,0	0,9	1,2	2,1	1,3	2,3	77,2	102,4
„ gegløeid . .	0	10,8	2,6	2,3	0,6	1,7	1,2	2,4	1,4	76,8	99,8
Gecorr. v. vastgeb. water	0	10,8	2,6	2,5	0,6	1,7	1,2	2,4	1,4	76,8	100,0
20906											
Subfractie bij 105° C .	0	14,2	2,1	9,7	1,9	1,7	2,2	1,6	3,0	62,8	99,2
„ gegløeid . .	0	14,2	2,1	7,2	1,5	1,6	2,4	1,7	3,0	61,4	95,1
Gecorr. v. vastgeb. water	0	14,2	2,1	7,9	1,6	1,6	2,4	1,7	3,0	61,4	95,9

TABEL 92 (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 μ in % op drogen grond						35 μ	Som
				2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ	25—35 μ		
				∇							
9711											
Subfractie bij 105° C .	3,1	14,8	4,5	29,8	4,7	5,2	6,0	5,7	6,7	20,5	101,0
" gegloeid . . .	3,1	14,8	4,5	26,6	4,5	4,4	6,5	5,3	7,1	20,2	97,0
Gecorr. voor " vastgeb. water	3,1	14,8	4,5	29,3	4,7	4,5	6,6	5,4	7,1	20,2	100,2
19802											
Subfractie bij 105° C .	0	16,4	1,5	3,1	0,9	0,3	0,9	0,4	0,9	74,8	99,2
" gegloeid . . .	0	16,4	1,5	1,2	1,1	0,2	1,4	0,4	1,2	74,1	97,5
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	16,4	1,5	1,3	1,1	0,2	1,4	0,4	1,2	74,1	97,6
7376											
Subfractie bij 105° C .	0	18,5	1,6	2,0	1,3	1,8	1,1	0,3	1,3	75,1	103,0
" gegloeid . . .	0	18,5	1,6	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	0,9	73,9	98,7
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	18,5	1,6	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	0,9	73,9	98,7
20834											
Subfractie bij 105° C .	0	17,7	3,2	5,4	1,5	0,9	0,8	1,0	0,6	66,0	97,1
" gegloeid . . .	0	17,7	3,2	1,9	1,9	0,9	1,2	0,8	0,7	65,5	93,8
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	17,7	3,2	2,1	2,0	0,9	1,2	0,8	0,7	65,5	94,1
23149											
Subfractie bij 105° C .	0	23,9	3,3	7,7	1,4	1,1	2,0	1,9	3,7	55,1	100,1
" gegloeid . . .	0	23,9	3,3	4,5	0,9	1,0	1,9	2,3	3,5	54,1	95,4
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	23,9	3,3	5,0	0,9	1,0	1,9	2,3	3,5	54,1	95,9
18155											
Subfractie bij 105° C .	0	28,0	3,1	10,7	0,8	2,0	2,9	2,9	5,8	51,8	108,0
" gegloeid . . .	0	28,0	3,1	6,5	0	2,8	2,4	4,2	5,1	47,4	99,5
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	28,0	3,1	7,2	0	2,9	2,4	4,2	5,1	51,8	104,7*)
										47,4	100,2

\*) Na aanbrenging van de onder sub 2, blz. 966 genoemde verbetering, waardoor de fractie > 35 μ weer 47,4 % wordt, is de som voor alle bestanddeelen (= 100,2) weer bijna 100 %; zie de cijfers 47,4 en 100,2 %.



TABEL 92 (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloei-rest	Subfracties < 35 $\mu$ in % op drogen grond						> 35 $\mu$	Som
				< 2 $\mu$	2-4 $\mu$	4-8 $\mu$	8-16 $\mu$	16-25 $\mu$	25-35 $\mu$		
19701											
Subfractie bij 105° C .	0	26,7	5,6	23,3	4,6	3,9	5,0	4,8	4,1	23,8	101,8
" gegloeid . .	0	26,7	5,6	21,6	3,3	3,5	5,5	4,5	4,2	22,2	97,1
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	26,7	5,6	23,8	3,4	3,6	5,6	4,5	4,2	22,2	99,4
19710											
Subfractie bij 105° C .	0	31,1	2,7	10,6	0,6	1,9	3,0	1,8	2,6	47,2	101,5
" gegloeid . .	0	31,1	2,7	5,7	2,1	1,5	3,2	1,6	2,6	46,2	96,7
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	31,1	2,7	6,3	2,2	1,5	3,3	1,6	2,6	46,2	97,4
19468											
Subfractie bij 105° C .	0	38,6	3,4	8,2	6,8	6,2	5,3	2,6	4,0	34,9	110,0
" gegloeid . .	0	38,6	3,4	4,7	2,5	5,6	4,8	3,5	3,5	31,5	98,1
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	38,6	3,4	5,2	2,6	5,7	4,9	3,5	3,5	34,9	102,3 <sup>*)</sup>
19543											
Subfractie bij 105° C .	0	31,8	2,8	13,1	3,9	2,4	2,4	1,4	1,9	47,8	107,5
" gegloeid . .	0	31,8	2,8	7,9	0,7	2,4	1,9	1,8	2,0	45,8	97,1
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	31,8	2,8	8,7	0,7	2,5	1,9	1,8	2,0	45,8	97,9
18150											
Subfractie bij 105° C .	0	34,7	3,3	5,3	3,7	0,9	0,7	0,9	0,8	55,3	105,6
" gegloeid . .	0	34,7	3,3	1,4	1,4	1,0	1,0	1,0	0,7	53,7	98,2
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	34,7	3,3	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	0,7	53,7	98,4
16842											
Subfractie bij 105° C .	0	39,9	2,1	4,9	2,9	1,5	0,9	0,8	2,4	53,8	109,2
" gegloeid . .	0	39,9	2,1	1,1	0,8	1,5	0,7	1,2	2,6	50,7	100,6
Gecorr. voor " vastgeb. water	0	39,9	2,1	1,2	0,8	1,5	0,7	1,2	2,6	53,8	103,8 <sup>**)</sup>
										50,7	100,7

\*\*) Na aanbrenging van de onder sub 2, blz. 966 genoemde verbetering, waardoor de fractie > 35  $\mu$  weer 50,7 % wordt, is de som van alle bestanddeelen (= 100,7 %) weer bijna 100 %; zie de cijfers 50,7 en 100,7 %.

TABEL 92 (vervolg)

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Gloeirest	Subfracties < 35 $\mu$ in % op drogen grond						35 $\mu$	Som
				< 2 $\mu$	2—4 $\mu$	4—8 $\mu$	8—16 $\mu$	16—25 $\mu$	25—35 $\mu$		
				>	>	>	>	>	>		
9745											
Subfractie bij 105° C . .	0	46,8	6,1	14,1	5,2	4,4	3,6	3,6	4,8	18,2	106,8
" " " . . .	0	46,8	6,1	8,9	2,7	3,4	3,6	1,9	5,5	17,1	96,0
" " " . . .	0	46,8	6,1	9,8	2,8	3,5	3,7	1,9	5,5	17,1	97,1
Gecorr. voor vastgeb. water											
20768											
Subfractie bij 105° C . .	0	53,8	4,8	4,5	2,9	1,6	1,6	1,3	1,5	36,8	108,8
" gegloeid . . .	0	53,8	4,8	1,1	1,3	0,5	1,5	0,8	1,6	34,6	100,0
" " " . . .	0	53,8	4,8	1,2	1,3	0,5	1,5	0,8	1,6	34,6	100,1
Gecorr. voor vastgeb. water											
BL 297185											
Subfractie bij 105° C . .	0	57,4	13,6	5,9	3,5	4,7	2,5	1,8	1,4	18,3	109,1
" " " . . .	0	57,4	13,6	2,0	1,2	2,5	1,3	1,0	1,8	15,8	96,6
" " " . . .	0	57,4	13,6	2,2	1,2	2,6	1,3	1,0	1,8	15,8	96,9
Gecorr. voor vastgeb. water											
20772											
Subfractie bij 105° C . .	0	57,3	6,2	8,3	3,4	1,7	1,0	1,0	0,6	29,2	108,7
" gegloeid . . .	0	57,3	6,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	23,5	92,8
" " " . . .	0	57,3	6,2	1,2	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	29,2	98,6*
Gecorr. voor vastgeb. water											
20779											
Subfractie bij 105° C . .	0	71,0	11,7	10,3	7,6	5,3	2,3	0,3	1,3	9,5	119,3
" gegloeid . . .	0	71,0	11,7	2,7	1,1	2,7	1,0	0,9	0,8	4,5	96,4
" " " . . .	0	71,0	11,7	3,0	1,1	2,8	1,0	0,9	0,8	9,5	101,8*
Gecorr. voor vastgeb. water											

*Opmerking:* Voor het aanbrengen van de correctie voor het vastgebonden water, werd de correctie voor niet-ijzeroxydehoudende gronden gebruikt. De humus-gehalten zijn bepaald volgens de elementair-analyse. Bij de met een \*) of \*\*) gemerkte resultaten is het gehalte van de fractie > 35  $\mu$  vóór het gloeien in rekening gebracht.

Uit tabel 92 blijkt nu, dat zoolang het oorspronkelijk humusgehalte niet boven omstreeks 20 % uitkomt (de resultaten zijn vermoedelijk afhankelijk

van den aard van den humus) de som van alle bestanddeelen, indien de gewone analysemethode gevolgd wordt (dus niet-gloeien), practisch op 100 % uitkomt. Gloeien resp. gloeien en het aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water (voor niet-ijzeroxydehoudende gronden) brengt hier practisch gesproken geen of hoogstens een te verwaarloozen verbetering, terwijl anderszids na gloeien en na aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water de som van alle bestanddeelen te laag kan worden, zooals bij het grondmonster N°. B 20834 het geval is.

De oorzaak van het feit, dat de som van alle bestanddeelen, na gloeien en na aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water voor bijv. het grondmonster B 20834 te laag is, kan gelegen hebben aan de omstandigheid, dat de humusgehalten iets te laag zijn. Opmerkelijk is althans het feit, dat voor dit grondmonster B 20834 volgens de gloeiverliesmethode (bij herhaling) een humusgehalte van 22,3 % werd bepaald. Is dit laatste humusgehalte juist, dan is de som van alle bestanddeelen na gloeien en na aanbrengen van de correctie voor het vastgebonden water niet 94,1 %, maar 98,7 % of vrijwel weer 100 %. De analyses van de monsters N°. B 20906 en B 20834 werden veiligheidshalve nog eens herhaald; voor het grondmonster B 23149 was dit niet mogelijk, aangezien dit tijdens de reeds verrichte analyses geheel was verbruikt. De resultaten van deze herhalingen, waarbij het humusgehalte opnieuw volgens de gloeiverliesmethode werd bepaald, zijn met de reeds eerder uitgevoerde analyses (zie tabel 92) in tabel 93 aangegeven.

Uit tabel 93 volgt, dat dezelfde resultaten weer opnieuw werden verkregen. Volgens de gloeiverliesmethode werd nu voor het grondmonster B 20834 een humusgehalte van 23,1 % verkregen, welk gehalte practisch gelijk is aan het humusgehalte, dat ook reeds eerder met behulp van deze methode werd bepaald (nl. 22,3 %). Het volgens de elementair-analyse bepaalde humusgehalte van 17,7 % is dan ook waarschijnlijk onjuist, ofschoon ook dit cijfer bij herhaling hetzelfde blijft. Na gloeien en correctie voor het vastgebonden water werd nu voor de som van alle bestanddeelen vrijwel 100 % gevonden. Voor het grondmonster B 20906 werden eveneens dezelfde resultaten verkregen, terwijl het nieuwe humusgehalte, bepaald volgens de gloeiverliesmethode, vrijwel gelijk was aan het, volgens de elementair-analyse verkregen, humusgehalte. De oorzaak van het feit, dat de som van alle bestanddeelen hier slechts 95 à 96 % is, is niet bekend. Vermoedelijk wordt dit geheel of althans gedeeltelijk veroorzaakt door fouten in de humusbepaling, hetzij tengevolg van de resteerende heterogeniteit, hetzij tengevolg van het feit, dat de omrekeningsfactor (C-gehalte in het humusgehalte) voor den betreffenden grond een andere is dan wordt aangenomen, resp. het vastgebonden water anders is dan bij de gloiegewichtsbepaling wordt aangenomen, hetzij tengevolg van andere fouten in de humusbepaling, waarvan de oorsprong niet overzien kan worden. Indien bij herhaling het humusgehalte, zoowel volgens de elementair-analyse als volgens de gloeiverliesmethode, hetzelfde blijft, terwijl na gloeien en na het aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water de som van alle bestanddeelen te ver onder 100 % blijft, kunnen de voor het gloeien verkregen cijfers worden aangehouden, indien de som van alle bestanddeelen althans weinig van 100 % afwijkt, zooals dit bij het grondmonster B 23149 het geval is. Voor het grondmonster B 20906

TABEL 93

N°. monster	CaCO <sub>3</sub>	Humus	Subfracties < 35 μ in % op drogen grond					Gloeirest	> 35 μ	Som	
			< 2 μ	2—4 μ	4—8 μ	8—16 μ	16—25 μ				25—35 μ
			Oude cijfers								
Subfractie bij 105° C .	0	17,7	5,4	1,5	0,9	0,8	1,0	0,6	3,2	66,0	97,1
„ gegloeid . .	0	17,7	1,9	1,9	0,9	1,2	0,8	0,7	3,2	65,5	93,8
„ „ en gecorr. vastgeb. water .	0	17,7	2,1	2,0	0,9	1,2	0,8	0,7	3,2	65,5	94,1
Opmerking: Reeds eerder werd met de gloeiverlies-methode een humusgehalte van 22,3 % bepaald.											
Nieuwe cijfers											
Subfractie bij 105° C .	0	23,1	6,4	1,3	1,2	0,8	0,5	0,7	3,1	66,1	103,2
„ gegloeid . .	0	23,1	3,1	0,9	1,2	0,6	0,8	0,6	3,1	65,8	99,2
„ „ en gecorr. vastgeb. water	0	23,1	3,4	0,9	1,2	0,6	0,8	0,6	2,1	65,8	90,5
Oude cijfers											
Subfractie bij 105° C .	0	14,2	9,7	1,9	1,7	2,2	1,6	3,0	2,1	62,8	99,2
„ gegloeid . .	0	14,2	7,2	1,5	1,6	2,4	1,7	3,0	2,1	61,4	95,1
„ „ en gecorr. vastgeb. water	0	14,2	7,9	1,6	1,6	2,4	1,7	3,0	2,1	61,4	95,9
Nieuwe cijfers											
Subfractie bij 105° C .	0	15,2	10,5	1,4	2,0	2,2	0,7	3,2	2,1	61,0	98,3
„ gegloeid . .	0	15,2	7,4	0,4	3,1	1,8	0,8	3,1	2,1	60,4	94,3
„ „ en gecorr. vastgeb. water	0	15,2	8,1	0,4	3,2	1,8	0,8	3,1	2,1	60,4	95,1

is dit van geen belang, aangezien dit grondmonster minder dan 20 % humus bevat en derhalve niet gegloeid wordt (zie hieronder).

Voor de gronden, die meer dan omstreeks 20 % humus bevatten, is de som van alle bestanddeelen zooveel boven 100 % of kan dit althans zijn, dat deze resterende humus moet worden verwijderd, hetgeen door gloeien moet geschieden, waarna een correctie voor het vastgebonden water moet worden aangebracht. In tabel 92 werd voor alle gronden de correctie voor niet-ijzerhoudende gronden aangebracht.

Uit tabel 92 blijkt, dat de som van alle bestanddeelen van de gronden met meer dan omstreeks 20 % humus, weer omstreeks 100 % is, afgezien van het reeds genoemde grondmonster N°. B 23149 en van het grondmonster B 20772. De fractie > 35 μ neemt echter in dit laatste geval belangrijk meer dan 2,5 % na het gloeien af. Zooals reeds werd opgemerkt moeten in dit geval voor deze fractie — dus ook eventueel voor de subfracties van deze fractie —

het gehalte vóór het gloeien worden aangehouden, hetgeen voor dezen grond en trouwens ook in alle andere voorkomende gevallen is geschied. De som van alle bestanddeelen is in de meeste voorkomende gevallen dan weer omstreeks 100 %. Bij de grondmonsters 18155 en 16842 is deze som dan niet onbelangrijk groter dan 100 %. Blijkbaar geeft deze correctie niet altijd een verbetering. In de monsters 18155 en 16842 is het gehalte aan de fractie  $> 35 \mu$  hoog en aan de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  laag. In deze gevallen doet men dan ook beter het gehalte van de gegloeide fractie  $> 35 \mu$  aan te houden, ook indien deze door het gloeien meer dan 2,5 % is gedaald.

Uit het bovenstaande volgt samenvattend dan ook, dat door gloeien en na aanbrengen van een correctie voor het vastgebonden water de som van alle bestanddeelen in verreweg de meeste gevallen weer practisch 100 % is. Afwijkingen daarvan kunnen, zoooverre zij voorkomen, veroorzaakt worden door fouten in het bepaalde humusgehalte. Is dit niet het geval, dan kunnen voor deze enkele gevallen de volgende verbeteringen worden aangebracht:

- 1°. Is de som van alle bestanddeelen na het gloeien en na het aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water te laag, dan houdt men de oorspronkelijke resultaten (alleen gedroogd bij  $105^{\circ} \text{C}$ ) aan, indien de som van alle bestanddeelen in dit geval omstreeks 100 % is.
- 2°. Indien het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  door het gloeien meer gedaald is dan 2,5 %, wordt dit gehalte vóór het gloeien aangehouden, tenzij de som van alle bestanddeelen dan weer ver boven 100 % komt te liggen. In het laatste geval houdt men weer het gehalte na het gloeien van de fractie  $> 35 \mu$  aan, indien daardoor het gehalte van alle bestanddeelen omstreeks 100 % wordt.

De verbeteringen zijn, zij het dan ook niet volledig, door het voorkomen van gronden met abnormale gehalten aan vastgebonden water gerechtvaardigd.

Blijft ondanks de in sub 1 en 2 genoemde verbeteringen de som van alle bestanddeelen te veel van 100 % afwijken, dan blijven de cijfers gehandhaafd, zooals deze zijn verkregen na aanbrenging van de normale correcties voor het vastgebonden water na aanhouding van het oorspronkelijk gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  (alleen gedroogd bij  $105^{\circ} \text{C}$ ), indien dit gehalte tengevolge van het gloeien meer dan 2,5 % is gedaald. In deze gevallen zijn de verkregen resultaten dus onbevredigend; zij zijn tijdens dit onderzoek niet voorgekomen. Alle hiervoor genoemde afwijkingen van de som van alle bestanddeelen van ongeveer 100 % worden met de onder sub 1 en 2 genoemde verbeteringen opgeheven; zie de grondmonsters N°. 18155 en 16842, tabel 92.

Tenslotte is het nog van belang na te gaan, hoe het resterend humusgehalte, dat na de voorbereiding van den grond met  $\text{H}_2\text{O}_2$  en  $\text{HCl}$  hierin achterblijft, over de subfracties van de fractie  $< 35 \mu$  is verdeeld. Om dit te onderzoeken, is het voldoende het gehalte van de diverse subfracties voor en na het gloeien en na aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water (voor niet ijzerhoudende gronden) met elkaar te vergelijken. Dit is in tabel 94 a geschied, waarbij dus van de in tabel 92 aangegeven gehalten gebruik is gemaakt.

Hierin werden de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-16 \mu$  en  $16-35 \mu$  voor en na het gloeien en na het aanbrengen van de correctie voor vastgebonden water evenals het verschil daartusschen aangegeven. Een negatief verschil

TABEL 94a

Grond- monster N°.	Humus- gehalte	Fractie < 2 $\mu$			Fractie 2—16 $\mu$			Fractie 16—35 $\mu$		
		Voor gloeien	Na gloeien, na correctie	$\Delta$	Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$	Voor gloeien	Na gloeien, na correctie	$\Delta$
19502	0,6	4,7	4,4	0,3	2,1	2,0	0,1	2,3	1,9	0,4
20809	2,2	5,2	4,4	0,8	1,6	2,2	-0,6	5,7	5,0	0,4
9761	3,8	34,5	35,6	-1,1	19,9	18,8	1,1	12,2	12,2	0,0
20814	4,4	4,3	3,6	0,7	1,7	2,2	0,5	4,1	2,6	1,5
20792	5,2	11,5	10,0	1,5	4,3	5,2	-0,9	10,7	11,0	-0,3
7301	6,0	4,8	2,1	2,7	2,2	2,3	-0,1	6,5	6,5	0,0
20853	6,4	6,4	4,5	1,9	3,1	4,1	-1,0	4,5	4,6	-0,1
20800	7,6	19,2	16,8	2,4	8,9	9,4	-0,5	10,6	11,6	-1,0
7315	9,9	3,7	1,1	2,6	2,8	2,8	0,0	4,1	4,5	-0,4
19467	11,3	2,9	1,3	1,6	4,3	5,0	-0,7	4,3	4,0	0,3
20823	10,8	4,0	2,5	1,5	4,2	3,5	0,7	3,6	3,8	-0,2
20906	14,2	9,7	7,9	1,8	5,8	5,6	0,2	4,6	4,7	-0,1
9711	14,8	29,8	29,1	0,7	15,9	15,8	0,1	12,4	12,5	-0,1
19802	16,4	3,1	1,3	1,8	2,1	2,7	-0,6	1,3	1,6	-0,3
7376	18,5	2,0	0,4	1,6	4,2	2,1	2,1	1,6	2,2	-0,6
20834	17,7	5,4	2,1	3,3	3,2	4,1	-0,9	1,6	1,5	0,1
23149	23,9	7,7	4,9	2,8	4,5	3,8	0,7	5,6	5,8	-0,2
18155	28,0	10,7	7,1	3,6	5,7	5,3	0,4	8,7	9,3	-0,6
9701	26,7	23,3	23,6	-0,3	13,5	12,6	0,9	8,9	8,7	0,2
19710	31,1	10,6	6,2	4,4	5,5	7,0	-1,5	4,4	4,2	0,2
19468	38,6	8,2	5,1	3,1	18,3	13,3	5,0	6,6	7,0	-0,4
19543	31,8	13,1	8,6	4,5	8,7	5,1	3,6	3,3	3,8	-0,5
18150	34,7	5,3	1,5	3,8	5,3	3,5	1,8	1,7	1,7	0,0
16842	39,9	4,9	1,2	3,7	5,3	3,0	2,3	3,2	3,8	-0,6
9745	46,8	14,1	9,7	4,4	13,2	10,0	3,2	8,4	7,4	1,0
20768	53,8	4,5	1,2	3,3	6,1	3,3	2,8	2,8	2,4	0,4
297185	57,4	5,9	2,2	3,7	10,7	5,1	5,6	3,2	2,8	0,4
20772	57,3	8,3	1,2	7,1	6,1	3,0	3,1	1,6	1,7	-0,1
20779	71,0	10,3	3,0	7,3	15,2	4,9	10,3	1,6	1,7	-0,1

*Opmerking:*  $\Delta$  geeft het verschil aan van het percentage voor het gloeien en na het gloeien en na correctie voor vastgebonden water. Deze waarde is negatief, indien na gloeien en na correctie het gehalte hooger is dan voor gloeien.

daartusschen wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de analysefout. Indien de fractie een niet te verwaarloozen resterend humusgehalte bevat, moet immers het gehalte van deze fractie na gloeien afnemen.

Uit tabel 94a blijkt, dat vanaf omstreeks een humusgehalte van 5 % het gehalte van de fractie < 2  $\mu$  na gloeien afneemt. Het grondmonster 9701 vormt hierop een uitzondering, hetgeen wellicht een toevalligheid is. Voor

TABEL 94b

Grond- monster N°.	Humus- gehalte	Fractie 2—4 $\mu$			Fractie 4—8 $\mu$		
		Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$	Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$
9701	26,7	4,6	3,4	1,2	3,9	3,6	0,3
19710	31,1	0,6	2,2	-1,6	1,9	1,5	0,4
19468	38,6	6,8	2,6	4,2	6,2	5,8	0,4
19543	31,8	3,9	0,7	3,2	2,4	2,5	-0,1
18150	34,7	3,7	1,5	2,2	0,9	1,0	-0,1
16842	39,9	2,9	0,8	2,1	1,5	1,5	0,0
9745	46,8	5,2	2,8	2,4	4,4	3,5	0,9
20768	53,8	2,9	1,3	1,6	1,6	0,5	1,1
297185	57,4	3,5	1,2	2,3	4,7	2,6	2,1
20772	57,3	3,4	1,0	2,4	1,7	1,0	0,7
20779	71,0	7,6	1,1	6,5	5,3	2,8	2,5

de fractie 2—16  $\mu$  is dit pas het geval bij gronden, die omstreeks ruim 30 % humus en meer bevatten, terwijl voor de fractie 16—35  $\mu$  de gehalten na het gloeien soms iets grooter en soms iets kleiner zijn dan voor het gloeien. In tabel 94a is door een dikgetrokken lijn aangegeven vanaf welke humusgehalten de gehalten van de genoemde fracties steeds afnemen of dus vanaf welke humusgehalten in de genoemde fracties de resteerende humusgehalten niet te verwaarloozen zijn. Om verder nog na te gaan, hoe de resteerende humus zich verdeeld over de verschillende subfracties van de fractie 2—16  $\mu$ , werden in tabel 94b nog eens voor de betreffende gronden voor alle fracties de gehalten voor en na het gloeien en na de aanbrenging van een correctie voor het vastgebonden water evenals het verschil daartusschen, aangegeven.

Uit tabel 94b volgt, dat de fractie 2—4  $\mu$  een niet te verwaarloozen resteerd humusgehalte begint te bevatten, indien dit humusgehalte boven ruim 30 % stijgt; voor de fractie 4—8  $\mu$  is dit het geval, indien het humusgehalte meer dan ruim 40 % bedraagt, terwijl voor de fractie 8—16  $\mu$  dit eerst het geval schijnt te zijn bij veel hogere humusgehalten. De zware volgetrokken lijn omgeeft weer de gevallen, waarbij de fracties een niet te verwaarloozen gloeiverlies vertoonen of dus een niet te verwaarloozen humusgehalte bevatten.

Uit het bovenstaande volgt tevens, dat, afgezien van de gronden met ruim 30 % humus of meer, de resteerende humus practisch zit opgehoopt in de fractie < 2  $\mu$ . Bij hogere humusgehalten bevat eerst de fractie 2—4  $\mu$  en dan ook de fractie 4—8  $\mu$  en tenslotte de fractie van 8—16  $\mu$  een niet te verwaarloozen hoeveelheid humus. Hier is van belang op te merken, dat voor gronden met minder dan 20 % humus het resteerende humusgehalte in de fractie < 35  $\mu$  dus practisch geheel in de fractie < 2  $\mu$  is opgehoopt. Verdeelen we de gloeirest en het verschil van de som van alle bestanddeelen

Fractie 8—16 $\mu$			Fractie 16—25 $\mu$			Fractie 25—35 $\mu$		
Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$	Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$	Voor gloeien	Na gloeien na correctie	$\Delta$
5,0	5,6	-0,6	4,8	4,5	0,3	4,1	4,2	-0,1
3,0	3,3	-0,3	1,8	1,6	0,2	2,6	2,6	0,0
5,3	4,9	0,4	2,6	3,5	-0,9	4,0	3,5	0,5
2,4	1,9	0,5	1,4	1,8	-0,4	1,9	2,0	-0,1
0,7	1,0	-0,3	0,9	1,0	-0,1	0,8	0,7	0,1
0,9	0,7	0,2	0,8	1,2	-0,4	2,4	2,6	-0,2
3,6	3,7	-0,1	3,6	1,9	1,7	4,8	5,5	-0,7
1,6	1,5	0,1	1,3	0,8	0,5	1,5	1,6	-0,1
2,5	1,3	1,2	1,8	1,0	0,8	1,4	1,8	-0,4
1,0	1,0	0,0	1,0	0,7	0,3	0,6	1,0	-0,4
2,3	1,0	1,3	0,3	0,9	-0,6	1,3	0,8	0,5

van 100 % rechtvevredig met de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ , 2—4  $\mu$ , 4—8  $\mu$  en 8—16  $\mu$  over deze fracties, dan maken we hier een fout ten opzichte van het resteerend humusgehalte, aangezien deze zich voor verreweg het grootste gedeelte bevindt in de fractie  $< 2 \mu$ . De daardoor gemaakte fout kan echter worden verwaarloosd, aangezien het resteerende humusgehalte van gronden tot 20 % op zichzelf al klein is en een, zij het ook niet geheel correcte, verdeeling over de subfracties deze fout nog kleiner maakt, zoodat deze verwaarloosd kan worden. Ter voorkoming van misverstand herinneren wij er nog even aan, dat de gloeirest over alle subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  verdeeld moet worden, aangezien deze gloeirest weliswaar soms ook vrijwel geheel afkomstig is uit de fractie  $< 2 \mu$ , in andere gevallen echter ook uit grovere tot zelfs veel grovere fracties stamt.

#### IV. Beschrijving van de uiteindelijk vastgestelde analysemethode.

De analysemethode, zooals deze uiteindelijk is vastgesteld, luidt aldus:

##### a. Gronden met hoogstens 20 % humus.

20 gram van den luchtdrogen grond, gezeefd door een zeef van 2 mm, wordt in een bekerglas van 750 cc met 100 cc  $H_2O_2$  30 % overgoten en den volgenden morgen gedurende 5 minuten op een kleine vlam gekookt. Daarna wordt 0,2 N HCl toegevoegd, en wel 125 cc meer dan noodig is om de  $CaCO_3$  op te lossen (20 cc 0,2 N HCl voor iedere procent  $CaCO_3$  op luchtdrogen grond). Vervolgens wordt aangevuld tot 400 cc, waarna de HCl-concentratie in het bekerglas  $\pm 0,06$  N bedraagt. Men kookt daarna 15 minuten op de vrije vlam en filtreert warm door een Büchnertrichter, voorzien van een filter 575 Sch. en Sch. De grond op het filter wascht men uit met warm water tot  $\pm 0,8$  liter (minimaal 0,8 liter) is opgevangen, waarna men den



grond met warm water van het filter op een zeeffe (diameter 8 cm) van  $35 \pm 2 \mu$  maaswijdte brengt. (Dit zeeffe moet worden geijkt; zie hoofdstuk III, sub B, II, § 5). Dit zeeffe is geplaatst in een trechter, waarvan de steel met een gummislang en klemkraan is afgesloten. Onder zacht wrijven met een dasharenpenseel N°. 11 of 12 en onder voortdurend spuiten met warm gedestilleerd water wordt natgezeefd. Tijdens dit zeven laat men het water telkens in den trechter zoo hoog stijgen, totdat het iets boven het zeefgaas staat, waarna ook de zeef nog eenige malen op en neer wordt bewogen. Vervolgens opent men de klemkraan, laat een gedeelte in een kookkolf vloeien, sluit de klemkraan weer en spuit opnieuw water op de zeef. Tusschentijds laat men den trechter ook eens geheel leegvloeien. Deze bewerking wordt zoolang herhaald tot  $\pm 0,8$  liter (minimaal 0,8 liter) in de kookkolf is opgevangen. Er komen dan practisch geen deeltjes kleiner dan  $35 \mu$  meer door de zeef. Bij humeuze en ijzerhoudende gronden wordt eveneens tot  $\pm 0,8$  liter doorgezeefd, waarna het zeven wordt stopgezet, ongeacht of de resteerende humus of het ijzeroxyde het zeefwater al dan niet iets troebel maakt. Vervolgens voegt men hieraan toe 50 cc van een Na-oxalaat oplossing, die 13,399 g per liter bevat en kookt gedurende 15 minuten op de vrije vlam <sup>208b</sup>).

De suspensie spoelt men daarna in een cylinderglas (diameter 6 cm) over en vult na afkoeling tot kamertemperatuur met gedestilleerd water aan tot precies 1 liter (cylinderglas ijken; horizontaal streep bij 1 liter plaatsen). De concentratie van de Na-oxalaat oplossing is dan 0,005 molair en bij tevens gebruiken van  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , zooals wordt aanbevolen, van het  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,001 Mol.

Met een speciaal hiervoor geconstrueerde pipet (inhoud tusschen de 2 driewegkranen 20 cc) <sup>209</sup>) worden achtereenvolgens de fractie  $< 35 \mu$ ,  $< 25 \mu$ ,  $< 16 \mu$ ,  $< 8 \mu$ ,  $< 4 \mu$  en  $< 2 \mu$  afgepipeteerd <sup>209a</sup>).

Wat de uitvoering van de pipetanalyse betreft, is het voor massa-analyse het geschiktste de bezinkingstijden constant te houden, echter de insteldiepten van de pipet met de temperatuur van de suspensie te laten varieeren (zie tabel 30). De bezinkingstijden werden berekend volgens de Wet van STOKES. De dichtheid van den grond werd op 2,675 gesteld, terwijl voor de viscositeit

<sup>208b</sup>) Bij het uitwerken van een snelpipetmethode en van een methode van onderzoek voor deeltjes  $< 2 \mu$  — de micropipetanalyse — blijkt het mogelijk aanbeveling te verdienen aan den peptisator Na-oxalaat wat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  toe te voegen. Bij het uitwerken van een snelmethode bleek, dat, als de grond niet goed is uitgewasschen, uitvlokking kan optreden, die door de toevoeging van de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in de aangegeven concentratie afdoende wordt bestreden. Er is uiteraard geen bezwaar tegen deze  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  steeds toe te voegen. Inplaats van een Na-oxalaat oplossing van 0.005 M. zal mogelijk in de toekomst dan ook gebruik worden gemaakt van een oplossing, die 2,12 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (watervrij) en 13,399 Na-oxalaat per l bevat. Inplaats van een correctie van 13.5 m-gr. moet dan 15,5 m.gr. van de kleinste te bepalen fractie worden afgetrokken.

<sup>209</sup>) Bedoelde pipet werd volgens mijn aanwijzingen gemaakt door de Neon-Installatie en Glasinstrumenten-fabriek N.I.G.I.F. te Groningen.

<sup>209a</sup>) Zooals later gebleken is, kan ook de fractie  $< 1 \mu$  met deze methode worden bepaald, ook al gaat deze bepaling met de micropipetmethode, waarover te zijner tijd een mededeeling zal verschijnen, veel sneller. De bezinkingstijden voor deze fractie zijn uiteraard 16 uren voor de, in tabel 30, laatste kolom genoemde diepten, waarop gepipeteerd wordt.

van de suspensie die van zuiver water werd genomen (zie in dit verband ook hoofdstuk II)<sup>210</sup>).

Een uitzondering vormt hierop de bepaling van de fractie  $< 35 \mu$ , waarvoor een bezinkingstijd berekend werd alsof de deeltjes een doorsnede hadden van  $70 \mu$ . Bij  $18^\circ \text{C}$  zijn voor de fracties  $< 35 \mu$ ,  $< 25 \mu$ ,  $< 16 \mu$ ,  $< 8 \mu$ ,  $< 4 \mu$  en  $< 2 \mu$  de insteldiepten resp. 19,5, 17,3, 19,9, 6,7, 5,0 en 5,0 cm en de bezinkingstijden resp. 46 sec., 5 min. 20 sec., 15 min., 20 min., 60 min. en 240 min. enz.

Ten behoeve van de homogeniseering van de suspensie worden de cilinderglazen met een gummistop afgesloten, gedurende  $1\frac{1}{2}$  minuut flink met de hand geschud, waarna zij worden neergezet en de gummikurk wordt verwijderd. Tijdens de bepaling van de fractie  $< 2 \mu$  worden de cilinderglazen in een grooten bak met water geplaatst; voor de bepaling van de grovere fracties blijven de cilinderglazen aan de lucht staan. Voor het afpipeteeren van een volgende fractie wordt steeds opnieuw de temperatuur opgenomen, hetzij dus van het water in den bak, hetzij van de suspensie in de cilinderglazen voor het homogeniseeren.

De afgepipeteerde fracties worden op een waterbad tot droog ingedampt en daarna gedurende 1 uur bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogd, afgekoeld in een exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  en gewogen. Voor de toegevoegde hoeveelheid Na-oxalaat wordt 13,5 mg afgetrokken, of indien ook  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  is gebruikt 15,5 mg, hetgeen dus practisch alleen voor de fijnste, bepaalde fractie van belang is, tenzij men de gehalten van de fracties aldus opgeeft, nl.  $< 35 \mu$ ,  $< 25 \mu$ ,  $< 16 \mu$  enz.

Ter verkleining van de fouten, veroorzaakt tengevolge van de hygroscopiciteit verdient het aanbeveling de schaaltes (porselein; inhoud ruim 30 cc) steeds in denzelfden exsiccator een zelfde plaatsje te geven, het wegen der schaaltes steeds in dezelfde volgorde te doen plaats vinden en verder steeds gedurende een zelfden tijd na drogen bij  $105^\circ \text{C}$  te laten afkoelen.

De fractie  $> 35 \mu$  wordt eveneens bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogd en gewogen en daarna met behulp van de Rotap-zeefmachine gedurende 10 minuten gezeefd door Hollandsche zeven (volgens Normaalblad N 210) met een diameter van 20 cm. De diverse fracties worden in nikkelen schaaltes (minder breekbaar) gedaan en gewogen. De omrekening op drogen grond (bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogd) vindt via het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$ , waarvan het gehalte op bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogden grond bekend is, plaats.

Van het heldere filtraat ( $\pm 0,8$  liter), dat door den Büchnertrechter gefiltreerd is, wordt 100 cc in een porseleinen schaalte ingedampt, daarna 2 maal drooggedampt met telkens 10 cc geconc.  $\text{HNO}_3$  en in een moffel bij  $\pm 1000^\circ \text{C}$  gedurende 2 uren gegloeid. De gevonden gloeirest wordt omgerekend in procenten op drogen grond en verminderd met  $0,56 \times$  het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte op drogen grond, alsmede met het  $\text{SO}_3$ -gehalte van het gebruikte  $\text{H}_2\text{O}_2$ , welk gehalte dus bij het in gebruik nemen van een nieuwe mandflesch  $\text{H}_2\text{O}_2$  opnieuw moet worden bepaald. Men denke er om dit gehalte (meesttijds 0,4—0,6 %) uit te drukken op drogen grond (per 100 gram luchtdrogen grond wordt 500 cc  $\text{H}_2\text{O}_2$  gebruikt).

<sup>210</sup>) Deze bezinkingstijden wijken iets af van deze tijden, berekend met behulp van de in het Normaalblad N 213 aangegeven formule.

Opgegeven worden in procenten op drogen grond:  $\text{CaCO}_3$ , org. stof (humus), gecorrigeerde gloeirest, de gepipeteerde fracties  $< 35 \mu$  en de gezeefde fracties  $> 35 \mu$ . De som hiervan moet  $\pm 100\%$  zijn.

In vele gevallen is het gewenscht de gloeirest weer over de verschillende fracties te verdeelen, eveneens foutjes tengevolge van de resteerende humus weg te werken door de som van alle fracties en het humus- en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte op  $100\%$  te brengen. De beste wijze, waarop dit kan geschieden is hieronder aangegeven.

De omrekening op  $100\%$ , waarbij dan tevens de gloeirest verdwijnt, geschiedt aldus, dat de fractie  $< 16 \mu$  wordt vermeerderd met de gloeirest en het algebraïsche verschil van alle bestanddeelen en  $100\%$ . De gehalten van de fracties  $> 16 \mu$  blijven dus onveranderd. Als voorbeeld zijn in tabel 95 twee voorbeelden behandeld, waarnaar verwezen mag worden.

TABEL 95

Grond- monster N°. B	Voor of na om- rekening	Gehalten in procenten op drogen grond								
		$< 2 \mu$	$2-4 \mu$	$4-8 \mu$	$8-16 \mu$	$> 16 \mu$	$\text{CaCO}_3$	Hu- mus	Gloe- rest	Som
22977	Voor	36,4	4,4	5,9	7,7	36,2	1,5	4,7	3,8	100,6
	Na	38,5	4,7	6,2	8,2	36,2	1,5	4,7	—	100,0

De fractie  $< 16 \mu$  moet om op  $100\%$  te komen vermeerderd worden met  $3,8 - 0,6 = 3,2\%$ . Voor de omrekening was het gehalte van de fractie  $< 16 \mu$   $54,4\%$  en na de omrekening dus  $57,6\%$ . De gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$  en  $8-16 \mu$  moeten derhalve met  $\frac{57,6}{54,4}$  vermenigvuldigd worden.

22981	Voor	30,5	3,5	3,8	6,2	45,3	4,7	2,3	1,8	98,1
	Na	33,1	3,8	4,1	6,7	45,3	4,7	2,3	—	100,0

De fractie  $< 16 \mu$  moet om op  $100\%$  te komen vermeerderd worden met  $1,8 + 1,9 = 3,7\%$ . Voor de omrekening was het gehalte van de fractie  $< 16 \mu$   $44,0\%$  en na de omrekening  $47,7\%$ . De gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$  en  $8-16 \mu$  moeten derhalve met  $\frac{47,7}{44,0}$  vermenigvuldigd worden.

Bij dit voorschrift kan worden opgemerkt, dat, indien de grond meer dan omstreeks  $12,9\%$   $\text{CaCO}_3$  bevat, na de voorbereiding met  $\text{H}_2\text{O}_2$  en na toevoeging van  $\text{HCl}$  de vloeistof meer dan  $400 \text{ cc}$  bedraagt<sup>211)</sup>. Indien dit het geval is, moet de uitwassing op den Büchnertrichter zoo ver worden voortgezet, dat evenveel meer waschvloeistof dan  $800 \text{ cc}$  wordt opgevangen dan de eerstgenoemde vloeistof meer dan  $400 \text{ cc}$  bedraagt. Dit laatste is

<sup>211)</sup> Men zorg er voor, dat in dat geval tijdens het koken de concentratie van  $\text{HCl}$   $0,05$  à  $0,06 \text{ N}$  is door eventueel meer dan  $125 \text{ cc}$   $0,2 \text{ N HCl}$  toe te voegen.

noodzakelijk om zeker te zijn, dat de grond goed wordt uitgewasschen. Bevat de grond verder zooveel  $\text{CaCO}_3$ , dat de waschvloeistof meer dan 1 liter bedraagt, dan moet van de bepaling van de gloeirest deze waschvloeistof tot een grooter volume (bijv. 2 liter, 3 liter) worden verdund. Ook nu kan volstaan worden met 100 cc hiervan in te dampen, enz. Men denke er om, dat in dit geval de omrekeningsfactor, nl. om de gloeirest in procenten op drogen grond om te rekenen, verandert <sup>212)</sup>.

In de huidige omstandigheden is het soms moeilijk of onmogelijk om zeefgaas met een maaswijdte van  $35 \mu$  (door de fabriek met  $30 \mu$  aangeduid) te verkrijgen. In dat geval kan men *als noodhulp* ook gaas met een doorsnede volgens de fabriek van  $40 \mu$  (in werkelijkheid meestal  $48-50 \mu$ ) of desnoods van  $50 \mu$  (in werkelijkheid meestal  $54-58 \mu$ ) gebruiken. De fractie  $< 35 \mu$  moet dan met de pipetmethode bepaald worden, hetgeen echter niet meer goorloofd is en waardoor dus fouten ontstaan. Bovendien is het gehalte van de fractie  $< 48 \text{ à } 50 \mu$  (en zeker  $< 54 \text{ à } 58 \mu$ ) niet steeds meer op de aangegeven wijze te bepalen, alhoewel dit wel meesttijds het geval is. Voor zooverre dit niet het geval is, blijft de som van alle bestanddeelen belangrijk beneden 100 %. De bezinkingstijden van deze fractie ( $< 48 \text{ à } 50$  resp.  $< 54 \text{ à } 58 \mu$ ) is dezelfde als voor de fractie  $< 35 \mu$ .

b. Gronden met meer dan 20 % humus.

De uitvoering van de analyse van gronden met meer dan 20 % humus is, afgezien van de hieronder aan te geven uitzonderingen, precies dezelfde als voor gronden met hoogstens 20 % humus, terwijl alle gemaakte opmerkingen ook voor deze gronden gelden. Zoo wordt ook nu gezeefd tot  $\pm 0,8$  liter (minimaal 800 cc) vloeistof is doorgelopen, waarna het zeven wordt stopgezet, ongeacht of dan nog de resteerende humus het zeefwater iets troebel maakt.

De fractie  $> 35 \mu$  wordt ook op de gewone wijze bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogd en gewogen, echter daarna (in porseleinen schaaltes) gedurende 2 uur gegloeid bij  $1000^\circ \text{C}$ , afgekoeld in een exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  en gewogen, waarna deze fractie op de gewone wijze door zeven in subfracties wordt onderverdeeld.

Ook de fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$ ,  $8-16 \mu$ ,  $16-25 \mu$  en  $25-35 \mu$  worden eerst op de gewone wijze bij  $105^\circ \text{C}$  gedroogd en gewogen. Daarna worden zij bij  $\pm 1000^\circ \text{C}$  gedurende 2 uur gegloeid, afgekoeld in een exsiccator boven  $\text{CaCl}_2$  en gewogen. Men denke er om, dat de correctie voor de toegevoegde hoeveelheid Na-oxalaat nu slechts 6,5 mg bedraagt, of indien tevens  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  is toegevoegd, 7,5 mg, aangezien Na-oxalaat en eventueel ook  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bij gloeien overgaat in  $\text{Na}_2\text{O}$ . De gehalten van alle bestanddeelen worden nu aangegeven in procenten op drogen grond (dus zowel voor als na gloeien), waarna de fracties  $< 2 \mu$ ,  $2-4 \mu$ ,  $4-8 \mu$ ,  $8-16 \mu$ , en  $16-25 \mu$  worden gecorrigeerd voor het vastgebonden water, waarvoor de gehalten van deze gegloeide fracties worden vermenigvuldigd met resp. 1,103, 1,035, 1,027, 1,017, 1,009. Voor de fractie  $> 25 \mu$  wordt geen correctie aangebracht. Helaas komt het in enkele gevallen voor, dat de som van alle bestanddeelen belangrijk beneden 100 % blijft. In de eerste plaats wordt nu de humusbepaling herhaald, welke

<sup>212)</sup> Zelfs bij een grond met 66 %  $\text{CaCO}_3$  werden op deze wijze goede resultaten verkregen (som alle bestanddeelen ongeveer 100 %).

bepaling bij hooge humusgehalten ook volgens de gloeiverlies-methode moet worden uitgevoerd. Blijkt dit humusgehalte juist te zijn, dan kunnen (sub 1) resp. moeten (sub 2) nog de volgende verbeteringen worden toegepast:

- 1°. De oorspronkelijke gehalten (alleen gedroogd bij 105° C) worden aangehouden, indien de som van alle bestanddeelen in dat geval omstreeks 100 % is.
- 2°. Indien het gehalte aan de fractie  $> 35 \mu$  tengevolge van het gloeien meer gedaald is dan 2,5 %, wordt dit gehalte — en dus ook van de subfracties van deze fractie — vóór het gloeien (alleen gedroogd bij 105° C) aangehouden, tenzij de som van alle bestanddeelen dan weer te veel boven 100 % komt te liggen. In dit laatste geval houdt men weer dit gehalte na het gloeien aan, indien het gehalte van alle bestanddeelen dan omstreeks 100 % is.

Indien de onder sub 1 en 2 genoemde maatregelen geen verbeteringen geven (som  $\pm 100$  %), moeten de verkregen cijfers na het gloeien, na het aanbrengen van de correcties voor vastgebonden water en na eventuele aanhouding van het gehalte van de fractie  $> 35 \mu$  vóór het gloeien (alleen bij 105° C gedroogd), indien dit gehalte ten gevolge van het gloeien meer dan 2,5 % is gedaald, worden aangehouden. De resultaten van deze analyse zijn dan uiteraard onbevredigend; dergelijke gronden komen in elk geval uiterst zelden voor en werden tijdens dit onderzoek niet aangetroffen.

Na aanbrenging van de correcties van het vastgebonden water en de onder sub 1 en 2 genoemde verbeteringen kan op dezelfde wijze, zooals dit voor de grondmonsters met minder dan 20 % humus is geschied, de som van alle bestanddeelen op 100 % worden gebracht, waarbij tevens de gloeirest wordt weggewerkt.

#### V. Beschrijving van de bij dit onderzoek gebruikte grondmonsters

Zooals reeds werd opgemerkt, leek het mij van belang eenige bijzonderheden aan te geven van de grondmonsters, die bij dit onderzoek zijn gebruikt, voor zoverre deze bijzonderheden althans bekend zijn. Hierdoor krijgt men een overzicht van de gebruikte grondsoorten. Dit laatste is zowel van belang voor de methode op zichzelf beschouwd als om daarmee te kunnen beschikken over een uitvoerig granulaair onderzoek van een groot aantal grondsoorten.

In tabel 96a zijn de grondmonsters vermeld, die in hoofdstuk III, sub B I en II, zijn onderzocht met de gecombineerde zeef-pipetmethode; in tabel 96b zijn de grondmonsters aangegeven, die gediend hebben bij de in hoofdstuk III, sub A, besproken onderzoekingen. In tabel 96c zijn tenslotte de grondmonsters opgenomen, die gebruikt zijn bij het onderzoek, dat in hoofdstuk III, sub B III werd behandeld. In deze tabellen zijn, voor zoverre mogelijk is, de herkomst, de laag onder het maaiveld, waaruit het monster is genomen en de grondsoort aangegeven. Naar deze tabellen moge verder worden verwezen.

#### VI. Samenvatting <sup>213)</sup>.

##### 1. De bij de gecombineerde zeef-pipetmethode gebruikte apparatuur

<sup>213)</sup> In het Landbouwkundig Tijdschrift 1946 zal van een gedeelte van de hier verrichte onderzoekingen een samenvatting verschijnen, waarnaar eveneens verwezen mag worden.

werd beschreven (zie sub B II, § 1). Voor de uitvoering van deze analyses werd een nieuwe pipet geconstrueerd, terwijl uit proefnemingen bleek, dat voor het uitwasschen van den grond Büchner-trechters van 15 cm doorsnede de voorkeur verdienen boven die van 9 cm doorsnede, aangezien de filtratiesnelheid en daarmee het uitwasschen van den grond met de eerstgenoemde trechters sneller verloopt dan met de laatstgenoemde trechters.

2. De indeeling van de korrelmassa tusschen 2 en 2000  $\mu$  vond in de volgende fracties plaats, nl. < 2  $\mu$ , 2—4  $\mu$ , 4—8  $\mu$ , 8—16  $\mu$ , 16—25  $\mu$ , 25—35  $\mu$ , 35—50  $\mu$ , 50—75  $\mu$ , 75—105  $\mu$ , 105—150  $\mu$ , 150—210  $\mu$ , 210—300  $\mu$ , 300—420  $\mu$ , 420—600  $\mu$ , 600—850  $\mu$ , 850—1200  $\mu$ , 1200—1700  $\mu$ . De zeven boven 1000  $\mu$  waren echter plaatzeven met ronde openingen. De doorsnede daarvan werd in overeenstemming met het Normaalblad N 213 met 0,85 vermenigvuldigd, ook al blijkt uit sub A van dit hoofdstuk, dat de juistheid daarvan betwijfeld moet worden. Het is dan ook gewenscht, om bij een vernieuwing van het Normaalblad N 213 aan te dringen op het gebruik van draadzeven tot en met 2000  $\mu$  (zie ook noot 169).

3. De bezinkingstijden werden exact volgens de Wet van STOKES berekend

TABEL 96a

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
B 833	Profiel Bedum, J. J. Hopma	39—65	Witte klei met gele aderen van de steenfabricage
2049	Proefv. v/d Water te Beesd, Betuwe . . . . .	50—75	Rivierklei
2053	Idem . . . . .	15—40	Idem
2054	Idem . . . . .	40—65	Idem
2624	Warffum (Prov. Groningen) .	50—?	Zandige klei
2871	Druten (Betuwe) . . . . .	20—40	Rivierklei
2929	Zuid Beveland nabij Goes . .	20—40	Zeelei
6789	Kunrade, Ubaachsberg Lb. . .	± 100	Verweeringsgrond krijt
7288	Haren (Gr.) . . . . .	—	Potklei
7644	Soedan Gezira . . . . .	Bovengrond	Zware kleigrond
7663	Proefb. Nw. Beerta (Gr.) . . .	0—15	Zeelei
7978	Knikprofiel Oldehove . . . . .	34—41	Knik
8400	Westerweitwerd (v. d. Ploeg)	49—54	Knik
15120	Proefb. Nw. Beerta (Gr.) . . .	—	Zeelei
17752	Haaften Betuwe . . . . .	—	Rivierklei
17753	Roden Dr. . . . .	—	Leem
20869	Wemeldinge (Zeeland) . . . . .	16—35	Spijcklei
20892	Serooskerke . . . . .	30—50	Idem
22262	N.O Polder . . . . .	—	Zeezand
22 B 965	Dieren (Geld.) . . . . .	0—18	Vlotleem
966	Idem . . . . .	40—50	Idem
967	Idem . . . . .	0—18	Idem
968	Idem . . . . .	70—80	Idem
969	Lutte bij Oldenzaal . . . . .	0—18	Leem
970	Idem . . . . .	0—18	Idem
971	Idem . . . . .	60—80	Idem
972	Leemgroeven „de Hoch” bij Markelo . . . . .	300	Keileem
973	Idem . . . . .	150	Idem

TABEL 69a (Vervolg).

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
22 B 974	Leemgroeven „de Hoeh” bij Markelo . . . . .	—	Keileem
975	Groetpolder (N.H.) . . . . .	0—20	Zeeklei
976	Idem . . . . .	0—20	Idem
977	Idem . . . . .	0—20	Idem
978	Waardpolder (N.H.) . . . . .	0—20	Idem
979	Idem . . . . .	0—20	Idem
980	Wieringermeer . . . . .	0—20	Witte klei (zeeklei)
981	St. Anna Parochie (Fr.) . . . . .	0—25	Zeeklei
982	St. Jacobi Parochie (Fr.) . . . . .	0—25	Zeeklei
983	Minnertsga (Fr.) . . . . .	0—25	Zeeklei
23 B 006	Hattem (Leemkuil) Gld. . . . .	—	Praeglaciale leem
007	Voerendaal (Lb.) . . . . .	Bouwvoor	Zware löss
008	Idem . . . . .	„	Kleefaarde
009	Beek (Lb.) . . . . .	„	Lichte löss
010	Idem . . . . .	„	Lichte löss
23 B 011	Lochem (Gld) . . . . .	7—15	Beekafzetting
012	Idem . . . . .	150	Keileem
013	Markelo (Gld.) . . . . .	150	Keileem
014	Ootmarsum (Gld.) . . . . .	500	Tertiaire grond
015	Haarlemmermeer . . . . .	Bouwvoor	Zeeklei
016	Idem . . . . .	„	„
017	Idem . . . . .	„	„
018	Idem . . . . .	„	„
019	Noord-Oostpolder . . . . .	60—75	„
027	Terpheuvel Valkenburg . . . . .	15—20	„
		— N.A.P.	Rivierklei
028	Idem . . . . .	15—20	„
		— N.A.P.	„
029	Proefboerderij Nw. Beerta Gr.	Bouwvoor	Zeeklei
030	Idem . . . . .	„	„
031	Idem . . . . .	„	„
032	Idem . . . . .	„	„
033	Nieuwolda Gr. . . . .	„	„
034	Midwolda Gr. . . . .	„	„
035	Finsterwolde Gr. . . . .	„	„
036	Nieuwolda Gr. . . . .	„	„
037	Blijham Gr. . . . .	„	„
038	Visvliet Gr. . . . .	„	„
039	Uithuizermeeden Gr. . . . .	„	„
040	Loppersum Gr. . . . .	„	„
041	Meeden Gr. . . . .	„	„
042	Grijpskerk Gr. . . . .	„	„
043	Westpolder Gr. . . . .	„	„
044	Ulrum Gr. . . . .	„	„
045	Stedum Gr. . . . .	„	„
046	Spijk Gr. . . . .	„	„
047	Hornhuizen Gr. . . . .	„	„
048	Kloosterburen Gr. . . . .	„	„
049	Hornhuizen Gr. . . . .	„	„
050	Pieterburen Gr. . . . .	„	„
051	Uithuizermeeden Gr. . . . .	„	„

TABEL 96a (Vervolg).

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
23 B 052	Spijk Gr. . . . .	Bouwvoor	Zeeklei
053	Houwerzijl . . . . .	"	"
054	Hengelo Ov. . . . .	250—475	Laagterras-klei
055	Haafften Gld. . . . .	25—80	Rivierklei
056	Idem . . . . .	25—45	"
057	Groenlo . . . . .	150—650	Mioceene klei
058	Koudekerk a/d Rijn. . . . .	30—80	Rivierklei
059	Winsum Gr. . . . .	"	Zeeklei
060	Tegelen . . . . .	500—975	Tegelsche klei
061	Idem . . . . .	800—950	Idem
062	Brunsum . . . . .	"	Brunsumsche klei
063	Tilburg . . . . .	125—210	Brabantsche leem
064	Wieringen . . . . .	Bouwvoor	Keileem
065	Koudekerke Zeeland . . . . .	"	Zeeklei
066	Nisse Zeeland . . . . .	"	"
067	's Heer Arendskerke Zeeland	"	"
068	St. Philipsland . . . . .	"	"
441	Uithuizermeeden Gr. . . . .	"	"
442	Oude Schip Gr. . . . .	"	"
443	Uithuizerpolder Gr. . . . .	"	"
444	Noordhorn Gr. . . . .	"	" op keileem
445	Hornhuizen Gr. . . . .	"	"
446	Zoutkamp Gr. . . . .	"	"
447	Houwerzijl Gr. . . . .	"	"
448	Westerweitwerd. . . . .	"	Zeeklei, knikgrond
449	Oldehove Gr. . . . .	"	Zeeklei, knikgrond
459	Bij Ubachsberg Lb. . . . .	500	Kleefaarde
460	Nylen Lb. . . . .	300	Verweeringsleem
461	Nylenerbosch Lb. . . . .	In een groeve	Eluvium
462	Belemnietenkerkhof Lb. . . . .	300	Glauconietkalk
463	Tusschen St. Antoniusbank en Cadier Lb. . . . .	200	Kleefaarde
464	Idem . . . . .	—	Verweeringsleem
465	Cuberg Lb. . . . .	—	Lössoiden
466	Idem . . . . .	—	"
467	Cuberg Lb. . . . .	—	"
468	Slanaken Lb. . . . .	—	Leemig zand
469	Idem . . . . .	—	"
470	Sassen, Ostl. Düsseldorf . . . . .	—	Löss uit Deutschland
887	Prof. Hudig, Wageningen . . . . .	—	Lateriet
915	Geisenheimer Keolinwerke . . . . .	—	Ca-Bentoniet
916	Idem . . . . .	—	Na-Bentoniet
<b>BL210751</b>			
752	Voerendaal . . . . .	—	"
<b>257917</b>			
<b>294006</b>	Ruilverkaveling Hardenberg . . . . .	—	"
007		0—20	Zeeklei
008	Reiderwolderpolder (Gr.) . . . . .	0—20	"
009		0—20	"
010		0—20	"
011	Westpolder (Gr.) . . . . .	0—20	"
012		0—20	"



TABEL 96a (Vervolg).

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
294013			Zeeklei
014	Mengmonsters afkomstig van gronden uit Noord-Gronin- gen . . . . . (Soms ook van buitendijkse gronden)	Uit diverse lagen	"
015			"
016			"
017			"
018			"
019			"
020			"
021			"
022			"
023			"
024	"	"	
Pr 128	Fluviale zanden uit de om- geving van Hattem welke	—	—
129	gebruikt zijn voor de samen- stelling der standaardmon- sters van Commissie 38 (zie N 210)	—	—
130		—	—
131		—	—
132		—	—
133		—	—
56914	Meeden (Gr.) . . . . .	—	Rodoorngrond
256381	Esbeek . . . . .	20—30	—
257075	Valkenburg Z.H. . . . .	—	Blauwe zeeklei
296430	Huizerbeemd bij Oss . . . . .	0—5	—
305887	Kuttingen gem. Wittem Lb. . . . .	0—20	—

TABEL 96b

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
5928	Assel . . . . .	—	Fluvioglaaciaal
5934	Idem . . . . .	—	Idem
5941	Idem . . . . .	—	Idem
6201	Wieringermeer . . . . .	Bouwvoor	Zeezand
10747	Walcheren . . . . .	—	Duinzand
10751	Monster (Z.H.) . . . . .	—	Idem
10757	Leidsche Duinwater Mij. (Z.H.) . . . . .	—	Idem
17717	Minnertsga (Fr.) . . . . .	300—400	Zeezand
17744	Tzummarum (Fr.) . . . . .	200—300	Idem
17777	Uithuizerpolder (Gr.) . . . . .	Bouwvoor	Lichte zavel
17922	Oosterbierum (Fr.) . . . . .	34—75	Idem
17923	Idem . . . . .	75—100	edem
18048	Wijnaldum (Fr.) . . . . .	10—33	Idem
18050	Idem . . . . .	73—100	Idem
22761	Zuidbroek (Gr.) . . . . .	600—700	Laagterras
22764	Idem . . . . .	900—1000	Idem
22794	Zuidwending, gem. Veendam . . . . .	1800—1900	Fluvioglaaciaal dek
22802	N. Pekela . . . . .	100—200	Laagterras
22873	Scharmer (Gr.) . . . . .	54—66	Idem
22878	Idem . . . . .	400—500	Idem

Voor enkele andere monsters wordt verwezen naar tabel 86a.

TABEL 96c

N <sup>o</sup> . van het monster	Herkomst	Laag in cm beneden maaiveld	Grondsoort
7301	Drouwen (Drenthe) . . . . .	0—18	Eschgrond
7315	Zelhem (Gld.) . . . . .	0—18	Humusgrond
7376	Nieuw Leusen (Ov.) . . . . .	15—35	Cultuurgrond
9701	Rietwijkerorderpolder bij Amsterdam . . . . .	0—20	Veenhoudende kleigrond
9711	Idem . . . . .	0—32	Idem
9745	Idem . . . . .	20—40	Kleihoudend laagveen
9761	Idem . . . . .	40—72	Kleigrond
16842	Wedde (Gr.) . . . . .	110—210	Do. bruin verweerd veen
18150	Zuidbroek (Gr.) . . . . .	0—11	Humeuze bouwvoor
18155	Idem . . . . .	110—150	Bruingrijs veen met zand gemengd
19467	Jipsinghuizen (Gr.) . . . . .	0—25	Humeuze bouwvoor
19468	Idem . . . . .	25—30	Venig laagje
19502	Idem . . . . .	1700—1800	Zand met klei en veen gemengd
19543	Ter Apelkanaal (Gr.) . . . . .	16—33	Dargveen
19710	Harkstede (Gr.) . . . . .	0—17	Laagveen
19802	Gasselter Overveen (Dr.) . . . . .	0—13	Humeuze bouwvoor
20768	De Regge (Ov.) . . . . .	0—38	Do. bruine veenlaag
20772	Idem . . . . .	0—52	Do. bruin kruimelig veen
20779	Idem . . . . .	0—35	Bruine veenlaag
20792	Idem . . . . .	40—58	Br.grijze vette zand en humushoudende laag
20800	Idem . . . . .	45—60	Humeuze vette klei en zandhoudende laag
20809	Idem . . . . .	70—100	Iets humus-leemhoudend geel zand
20814	Idem . . . . .	100—125	Zandhoudend veen
20823	Idem . . . . .	13—30	Sterk hum. laag verm. met gr. zand en Fe-verb.
20834	Idem . . . . .	0—38	Do. bruin kruimelig veen met loodzand vermengd
20853	Idem . . . . .	0—22	Zode met aansl. bew. laag
20906	Idem . . . . .	0—15	Sterk hum. zode met aansl. bew. laag
23 B 149	Idem . . . . .	30—50	Do. bruin veen
BL297185	Ruinerveen (Dr.) Pr. D 26 . . . . .	—	Niet vermeld

(zie tabel 30). De dichtheid van den grond werd hierbij op 2,675 gesteld, terwijl voor de viscositeit van de suspensie die van zuiver water werd genomen; een en ander dus in afwijking met de, in het Normaalblad N 213 aangegeven, formule. De hierin toegepaste dichtheid van den grond is te hoog. Het feit, dat bij het pipeteeren zelfs 32 cc uit de suspensie wordt ontnomen op een diepte van minimaal 4 cm onder den vloeistofspiegel, geeft volgens de onderzoekingen van KÖHN hoogstens slechts een te verwaarloozen fout. Verandering van insteldiepte van de pipet heeft volgens verder onder nog te noemen onderzoekingen ook om deze reden geen invloed.

4. Wat de uitvoering van de gecombineerde zeef-pipetmethode betreft moge kortheidshalve verwezen worden naar sub B, IV. Hier kan worden opgemerkt, dat onderzoekingen aangetoond hebben, dat het noodzakelijk is het natzeven althans gedeeltelijk ook onder water uit te voeren.

5. Het bij de voorbereiding in oplossing gegane materiaal bevindt zich in de waschvloeistof van den voorbereikten grond. Voor de bepalingwijze daarvan moge weer naar sub B, IV worden verwezen. De bepalingwijze komt hierop neer, dat een zekere hoeveelheid waschvloeistof wordt ingedampt tot droog, tweemaal wordt opgenomen met geconcentreerd  $\text{HNO}_3$  en daarna bij  $1000^\circ\text{C}$  wordt gegloeid. Deze gloeirest wordt dan gecorrigeerd voor het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte van den grond ( $0,56 \times$  het percentage  $\text{CaCO}_3$  hiervan aftrekken). Onderzoekingen over de samenstelling van dit in oplossing gegane materiaal toonden aan, dat deze waschvloeistof steeds zooveel sulfaat bevat, dat deze niet steeds in den grond aanwezig kan zijn geweest. Het bleek dan ook, dat de gebruikte peroxyde een zeker  $\text{SO}_3$ -gehalte bevatte, waarvoor de gloeirest moet worden gecorrigeerd. Verder bleek, dat binnen nauwe foutengrenzen de som van de in de waschvloeistof bepaalde oxyden ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  en  $\text{SO}_3$ ) gelijk was aan de (uiteraard ongecorrigeerde) gloeirest. Hieruit volgt, dat de in den grond aanwezige  $\text{CaCO}_3$  via  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  overgaat in  $\text{CaO}$ , zoodat dus de gloeirest op de aangegeven wijze voor het aanwezige  $\text{CaCO}_3$ -gehalte mag worden gecorrigeerd. Uit de samenstelling van deze gloeirest volgt verder, dat ook, of mogelijk ook alleen, eigenlijk korrelmateriaal in oplossing is gegaan (zie ook hieronder).

De normale concentratie van de  $\text{HCl}$  na de voorbereiding met  $\text{H}_2\text{O}_2$  en tijdens het koken was  $0,05$  à  $0,06$  N. In een aantal gronden werd nagegaan wat de invloed van hogere  $\text{HCl}$ -concentraties tijdens dit koken (nl.  $0,5$  en  $0,25$  N) was. Hierbij bleek, dat voor sommige gronden de resultaten van de analyse daardoor practisch gesproken niet veranderen. Voor andere gronden nam de gloeirest meer of minder sterk toe. In één geval zelfs van  $1,1\%$  ( $0,06$  N  $\text{HCl}$ ) tot  $8,3\%$  ( $0,5$  N  $\text{HCl}$ ). Het materiaal, dat meer in oplossing is gegaan dan reeds bij  $0,06$  N  $\text{HCl}$  het geval was, is, voor zooverre dit beoordeeld kan worden, vrijwel geheel afkomstig uit de fractie  $< 16 \mu$  en binnen deze fractie weer voor het grootste gedeelte uit de fractie  $< 2 \mu$ ; bij ijzeroxydehoudende gronden is dit echter niet het geval (zie hieronder). Hieruit volgt, dat de gloeirest het beste opgeteld kan worden bij de fractie  $< 16 \mu$  en over de subfracties hiervan evenredig met het gehalte daarvan kan worden verdeeld. Uit de soms sterk toenemende gloeirest bij het gebruik van een stijgende zoutzuurconcentratie volgt, dat veel hogere  $\text{HCl}$ -concentraties van  $0,05$  à  $0,06$  N tijdens het koken ongewenscht zijn, aangezien met het toenemen van de gloeirest ook de foutenmogelijkheden toenemen, indien men deze gloeirest weer over de verschillende fracties wil verdeelen of, indien men dit laatste niet wenscht te doen, de waarde van de bepaling in elk geval achteruitgaat. Gezien het feit, dat zelfs met  $0,06$  N  $\text{HCl}$  nog wel eens een enkele maal hooge gloeiresten werden gevonden, werd bij een zeker aantal gronden nagegaan of het gebruik van  $0,01$  N  $\text{HCl}$  nog geen grootere aanbeveling verdient. Hierbij bleek, dat inderdaad de gloeirest nog iets afnam bij gebruik van  $0,01$  N  $\text{HCl}$ ; het gehalte van de fractie  $< 2 \mu$  nam echter soms ook af, waaruit dus volgt, dat met deze  $\text{HCl}$ -concentratie geen volledige peptisatie

kan worden verkregen, zoodat ook een veel kleinere HCl-concentratie dan 0,05 à 0,06 N geen aanbeveling verdient en dus aan 0,05 à 0,06 N HCl (volgens de uiteindelijk vastgestelde analysemethode  $\pm 0,06$  N; zie sub B, IV) moet worden vastgehouden.

Voor ijzeroxydehoudende gronden kan men zich echter afvragen, of hier desondanks een hogere HCl-concentratie geen voordeel beteekent, doordat daardoor wellicht het verkittende ijzerhydroxyde laagje wordt verwijderd. Uit onderzoekingen met een 3-tal sterk ijzeroxydehoudende gronden bleek echter, dat bij een toename van de HCl-concentratie (gebruikt werden 0,01; 1,0 en 10,0 N) de gloeirest zeer sterk toenam, waardoor uit dien hoofde reeds het gebruik van een hogere HCl-concentratie dan  $\pm 0,06$  N ongewenscht is. Bovendien bleek behalve ijzeroxyde ook de gehalten aan andere oxyden toe te nemen, waaruit dus volgt, dat naast het ijzeroxyde ook eigenlijk korrelmateriaal oplost. Voor 0,06 N HCl is er weer een behoorlijke overeenstemming tusschen (ongecorrigeerde) gloeirest en de som van de bepaalde oxyden; voor de hogere HCl-concentraties is deze overeenstemming somtijds minder fraai. Aangezien alle grond tijdens de analyses verbruikt was, konden deze bepalingen niet worden herhaald. Dit laatste is overigens van minder belang, aangezien de hogere HCl-concentraties tijdens het koken ook voor deze gronden ongewenscht zijn. Gaat men bij deze drie gronden na, uit welke fracties deze gloeirest (feitelijk de toename van de gloeirest bij gebruik van hogere concentraties dan 0,06 N) afkomstig is, dan blijken dit zoowel de fijnere als de grovere fracties te zijn. Tellen we de gloeirest bij dergelijke gronden alleen bij de fractie  $< 16 \mu$  op en verdeelen deze gloeirest verder evenredig met het gehalte van deze subfracties over deze subfracties, dan worden hierdoor fouten gemaakt, die alleen te verwaarloozen zijn, zoolang de gloeirest klein is. Dit laatste vormt dus nog eens een argument om geen hogere (en zooals we gezien hebben) ook geen kleinere HCl-concentratie tijdens de voorbewerking te gebruiken dan  $\pm 0,06$  N.

6. Een verder punt, dat onderzocht moest worden, was wat voor een verschil het uitmaakt, of al dan niet natgezeefd wordt. Hiertoe werd bij een 14-tal gronden de gehalten aan de fractie  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$  bepaald, indien al dan niet natgezeefd werd. Uit de verkregen resultaten blijkt, dat al of niet natzeven (= eerst scheiding) geen invloed heeft.

7. Een methode werd uitgewerkt om de maaswijdte van de zéven te bepalen. De methode berust op het uitvoeren van de zeefanalyse met een zandfractie, waarvan de uiterste korreldoorsneden ter weerszijden van de maaswijdte liggen en bovendien juist zijn. Aangezien bekend is, dat de nauwere vaten van het КОРМОКY-apparaat exacte resultaten geven, werden deze voor de bereiding van de diverse fracties (16—30  $\mu$ , 30—40  $\mu$ , 40—50  $\mu$  enz.) gebruikt.

Volgens de bovenaangegeven methode kan de gemiddelde (effectieve) maaswijdte gemakkelijk tot op 2  $\mu$  nauwkeurig bepaald worden, mits de zeeftijden en de hoeveelheid te zeven fractie constant blijven (zie hieronder).

Voor het ijken van zeefjes was het noodig te weten, hoeveel de gemiddelde maaswijdte van de te ijken zeef van de verlangde maaswijdte (bijv. 35  $\mu$ ) mag afwijken om nog goedgekeurd te kunnen worden. Met andere woorden is het noodzakelijk te weten, hoeveel de maaswijdte van de verlangde maas-

wijdte mag afwijken, zonder dat daardoor een niet te verwaarlozen fout ontstaat. Uit daarnaar ingestelde onderzoeken bleek, dat bij een zeef met een verlangde maaswijdte van  $35 \mu$  de afwijking  $2 \mu$  aan weerszijden mag bedragen (maaswijdte dus  $35 \pm 2 \mu$ ). Een maximale afwijking tusschen 2 bepalingen van  $\pm 5 \%$  in het gehalte van de fractie  $<$  of  $> 35 \mu$  met verschillende zeefjes verricht, is dan mogelijk (2,5 % van het gemiddelde).

Van belang was verder na te gaan, in hoeverre de gevolgde zeefmethode bij het natzeven absolute cijfers geeft, nl. cijfers, die onafhankelijk zijn van den zeefduur en de hoeveelheid te zeven materiaal. De zeefduur uit zich, indien het zeven langer wordt voortgezet, in een toenemende hoeveelheid opgevangen vloeistof. Bij het gebruik van de fractie  $30-40 \mu$  en bij een zeefje van  $35 \mu$  had een toenemende hoeveelheid fractie (5, 10, 20 gram) soms een onregelmatigen invloed (indien tot 0,8 liter werd doorgezeefd), soms ook een regelmatigen invloed (indien tot 2 liter werd doorgezeefd). In het laatste geval neemt namelijk de hoeveelheid door de zeef gegane materiaal in procenten van de fractie regelmatig toe, naarmate bij den zelfden zeeftijd de hoeveelheid te zeven materiaal kleiner wordt. De zeefduur bij de zelfde hoeveelheid materiaal heeft ook een sterken invloed. Gaat men den invloed van den zeefduur na bij gronden, dan zullen de grootste fouten optreden bij die gronden, waarvan het gehalte van de fractie  $25-50 \mu$  zoo hoog mogelijk is, indien althans een zeefje met een maaswijdte van  $35 \mu$  wordt gebruikt. Bij onderzoeken met een 4-tal van dergelijke gronden bleek, dat ook hier de invloed van den zeefduur (er wordt doorgezeefd tot 0,8 resp. tot 2,0 liter vloeistof was doorgelopen) niet te verwaarlozen is. Of dit ook het geval is, wat de invloed van de hoeveelheid te zeven materiaal betreft, is niet verder nagegaan. Uit het voorgaande blijkt echter, dat, als steeds doorgezeefd wordt tot 0,8 liter vloeistof is opgevangen, de gevolgde zeefmethode voor gronden met hooge gehalten aan de fractie  $25-50 \mu$  conventioneel is. Voor gronden met lagere gehalten aan deze fractie is de invloed van den zeefduur en van de hoeveelheid te zeven materiaal — d.w.z. bij verreweg het grootste gedeelte van de gronden — echter weer gering en te verwaarlozen.

Aangezien het gewenscht is ook de bovengenoemde zeefmethode zoo uit te voeren, dat daarmee absolute waarden worden verkregen, werden proefnemingen verricht met de trilzeef, die ook voor het droogzeven (zie hoofdstuk III A) was gebruikt. Deze trilzeef, ofschoon voor het droogzeven ongeschikt, laat op een eenvoudige wijze onder water zeven toe, waarom hiermede dan ook de noodige proefnemingen werden verricht. De resultaten met de fracties  $40-50$  en  $50-60 \mu$  uitgevoerd (de maaswijdte was bijna  $50 \mu$ ), waren zeer hoopvol, aangezien zelfs bij deze fracties de hoeveelheid materiaal, die gezeefd werd, nog slechts een geringen invloed uitoefent. Deze bepalingen werden verder zoo uitgevoerd, dat de zeeftijd practisch geen invloed kan uitoefenen. Aangezien deze resultaten veel perspectief vertoonen, zullen de proefnemingen worden voortgezet, zoodra de bestelde trilzeef is aangekomen. Deze proefnemingen hebben nog des te meer zin, aangezien hierbij 3 gronden tegelijkertijd gezeefd kunnen worden, de slijtage van de zeven (zie hieronder) geringer is en tenslotte waarschijnlijk bovendien absolute cijfers met deze zeven verkregen kunnen worden.

Tenslotte was het gewenscht na te gaan, hoe de maaswijdte van de zeven tijdens het gebruik van deze zeven verandert. Het belang hiervan bleek duidelijk, toen een aantal gronden met hooge gehalten aan de fractie 25—50  $\mu$  zoowel door nieuwe, pas geijkte zeefjes als door reeds veel gebruikte zeefjes werden gezeefd. De gehalten aan de fractie  $> 35 \mu$  waren soms bijna 25 % verschillend. Blijkbaar gaat de slijtage, althans op den duur, in de richting van een toename van de maaswijdte. Om dit na te gaan, werden de zeefjes ( $\pm 35 \mu$ ), nadat hiermede een zeker aantal gronden was gezeefd, telkens opnieuw met de fractie 30—40  $\mu$  geijkt. Hierbij bleek steeds opnieuw, dat de maaswijdte eerst afneemt (gedeeltelijke verstopping van de mazen?), om daarna weer toe te nemen. De zeefjes werden afgekeurd, nadat de maaswijdte grooter was geworden dan 37  $\mu$ , hetgeen na gemiddeld ongeveer 60 tot 80 bepalingen het geval was. Om de slijtage te verminderen, werd onder het eigenlijke zeefgaasje nog een steviger zeefgaasje met een veel grootere maaswijdte (bijv.  $\pm 200$  à 300  $\mu$ ) in den zeefrand gesoldeerd, waardoor doordrukken of uitbuigen van het fijne zeefgaasje met het penseel niet of althans in een geringere mate kon geschieden.

8. Wil men alle bestanddeelen en dus ook alle fracties rechtstreeks bepalen, dan zal men, indien bijv. een zeef met een maaswijdte van 35  $\mu$  wordt gebruikt, de fractie  $< 35 \mu$  of dus de concentratie van de door de zeef heengegane suspensie, nadat deze van een peptisator is voorzien en tot 1 liter is verdund, moeten bepalen. De eenige, practisch bruikbare methode is door middel van een pipet 20 cc aan de gehomogeniseerde suspensie te onttrekken, hierin het droge-stofgehalte te bepalen en met behulp hiervan de concentratie van de suspensie te berekenen. Nu was het van te voren duidelijk, dat deze concentratie des te moeilijker te bepalen zou zijn, naarmate deze suspensie grovere deeltjes bevat, aangezien het des te moeilijker zal zijn door omschudden de suspensie te homogeniseeren, naarmate deze meer grovere deeltjes bevat. Om na te gaan, bij welke korrelgrootten de moeilijkheden beginnen, werden van de volgende fracties, nl. 0,15—2  $\mu$ , 2—8  $\mu$ , 8—16  $\mu$ , 16—30 (16—32  $\mu$ ), 30—40  $\mu$  en 40—50  $\mu$ , suspensies van een bekende concentratie gemaakt. Aangezien het resultaat af kan hangen (en ook blijkt af te hangen) van den tijd, die na het homogeniseeren gewacht werd, voordat een monster van de suspensie met behulp van de pipet werd genomen, werd deze tijd verschillend gekozen. Om de temperatuur (viscositeit) in aanmerking te kunnen nemen, werden deze tijden berekend naar de valtijden van gronddeeltjes van willekeurig gekozen doorsneden; deze doorsneden zijn uit den aard der zaak grooter dan de grootste in de onderzochte fractie voorkomende korreldoorsneden.

Uit de boven aangegeven proefnemingen bleek, dat voor alle fracties kleiner dan 32  $\mu$  de concentratie van de suspensie juist werd bepaald. Voor de fracties tot 16  $\mu$  toe, had de tijd, waarop na het homogeniseeren gewacht werd, alvorens met de pipet een monster te nemen, geen invloed. Voor de fractie van 16—32  $\mu$  had deze laatste tijd nog wel eenigen invloed; 90 sec. (= valtijd van deeltjes met doorsnede van 50  $\mu$  over  $\pm 20$  cm) was daarvoor bijv. te lang. Voor de fracties 30—40 en 40—50  $\mu$  was op de aangegeven methode deze concentratie in het geheel niet meer te bepalen. Nu bestaan gronden zeer zeker niet voor 100 % uit de fracties 30—40 of 40—50  $\mu$ .

Het was dan ook gewenscht na te gaan, in hoeverre de concentratie van mengsels van fracties op de aangegeven wijze juist kon worden bepaald. Bij een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 30—40  $\mu$  en 50 % van de fractie 40—50  $\mu$ , bleek in overeenstemming met de verwachting deze oorspronkelijke concentratie niet te bepalen te zijn, welke de wachttijd na de homogeniseering ook was. Ditzelfde bleef het geval, indien op  $\pm 30$  cm onder den vloeistofspiegel een monster werd onttrokken. Van dit mengsel is dus op de aangegeven wijze geen homogene suspensie te verkrijgen. Wel gelukte dit met mengsels van de volgende samenstelling, nl. 25 % 2—16  $\mu$ , 25 % 16—32  $\mu$ , 25 % 30—40  $\mu$  en 25 % 40—50  $\mu$ , resp. 25 % 2—16  $\mu$ , 25 % 16—32  $\mu$  en 50 % 30—40  $\mu$ . De beste resultaten werden daarbij verkregen na den wachttijd van 46 seconden, waarbij dan op  $\pm 20$  cm diepte (afhankelijk van de temperatuur) 20 cm<sup>3</sup> suspensie werd gepipeteerd (= valtijd deeltjes van 70  $\mu$  over deze diepte). Hieruit volgt, dat, wat deze resultaten betreft, de maaswijdte van de zeefjes voor het natzeven 50  $\mu$  zou kunnen bedragen, aangezien een grond zelden meer dan 25 % van de fractie 30—40  $\mu$  en 25 % van de fractie 40—50  $\mu$  zal bevatten. Dit neemt niet weg, dat bij gebruik van een zeef van 50  $\mu$  er gronden zullen voorkomen, waarbij de concentratie van de suspensie, die door de zeef heen is gelopen (fractie < 50  $\mu$ ), op de aangegeven wijze niet te bepalen is. Dit laatste uit zich op deze wijze, dat de som van alle bestanddeelen ver onder de 100 % blijft. Door een grond met een zeer hoog gehalte van de fractie 25—50  $\mu$  (ruim 60 %) te onderzoeken, waarbij een zeefje van ruim 40  $\mu$  was gebruikt en waarbij de concentratie van de suspensie, die door de zeef heen gelopen was, zoowel met de hiervoor genoemde pipetmethode was bepaald als door deze suspensie in haar geheel in te dampen en hierin het droge-stofgehalte te bepalen, bleek, dat de overeenstemming tusschen beide bepalingsmethoden voortreffelijk was. Hieruit volgt, dat met een zeefje van ruim 40  $\mu$  waarschijnlijk nooit moeilijkheden zullen optreden. Zooals reeds is opgemerkt, is dit bij het gebruik van een zeefje van 50  $\mu$  een enkele maal wel het geval. Voor deze laatste gronden moeten dan in elk geval zeefjes van 35  $\mu$  worden gebruikt, waarom het ook om dezen reden aanbeveling verdient voor de eerste scheiding steeds een zeefje van 35  $\mu$  te gebruiken.

Tenslotte moge hier nog worden opgemerkt, dat, aangezien de ijkfracties bereid zijn met behulp van de КОРЕЧКЪ-methode, waarbij de Wet van STOKES streng was toegepast, het natzeven althans daarop aansluit (daarop geijkt is), hetgeen ook voor het droogzeven het geval zal zijn, zoodra de grovere zeven op analoge wijze zijn geijkt.

9. Aangezien tot heden, voor zooverre mij althans bekend, niet bekend was tot welke grootste korreldoorsneden (voor waterige suspensies van gronden) de pipetmethode goede resultaten gaf, moest dit nader worden onderzocht. Aangezien het voor het verkrijgen van goede resultaten in de eerste plaats noodzakelijk is, dat de suspensie door omschudden te homogeniseeren is, was in verband met de hiervoor genoemde resultaten reeds te voorzien, dat de geldigheid van de pipetmethode zich niet veel boven omstreeks 30  $\mu$  zou uitstrekken. Afgezien daarvan zal door het homogeniseeren van de suspensie sterke stroomingen in de suspensie optreden, die slechts langzaam uitsterven. Het zal duidelijk zijn, dat de, volgens de Wet van STOKES berekende,

valtijden alleen dan in een slechts te verwaarloozen mate van de werkelijke valtijden van de deeltjes afwijken, indien deze valtijden voldoende lang zijn, d.w.z., als de grootste korrels een voldoende kleine doorsnede bezitten.

Om het bovenstaande te onderzoeken, werden eerst proeven genomen met een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 30—40  $\mu$  en 50 % van de fractie 40—50  $\mu$ . Wordt hiervan een suspensie van bekende concentratie gemaakt, dan moet, indien met behulp van de pipetmethode het gehalte van de fractie < 40  $\mu$  bepaald wordt, hiervoor 50 % worden gevonden, indien de pipetmethode althans juiste resultaten geeft. Dit bleek echter geenszins het geval te zijn, zowel indien 20 cc suspensie op  $\pm$  20 dan wel op  $\pm$  30 cm diepte (langeren bezinkingstijd) werd gepipeteerd. In overeenstemming met de verwachting is de pipetmethode niet meer bruikbaar voor de bepaling van de fractie < 40  $\mu$  (bij gronden in waterige suspensie). Daarna werd op dezelfde wijze het gehalte bepaald van de fractie < 30  $\mu$  in een mengsel, bestaande uit 25 % 2—16  $\mu$ , 25 % 16—30  $\mu$  en 50 % 30—40  $\mu$ . Hierbij bleek, dat steeds binnen een kleine foutengrens 50 % werd bepaald, waaruit dus volgt, dat de pipetmethode juiste resultaten geeft voor de bepaling van de fractie < 30  $\mu$  en uiteraard ook voor alle fijnere fracties. In verband met het feit, dat bij de toepassing van deze gecombineerde zeef-pipetmethode door het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek geen zeefjes van 35  $\mu$  meer waren te verkrijgen en derhalve althans tijdelijk zeefjes van ongeveer 50  $\mu$  werden gebruikt, moest de fractie < 35  $\mu$  met de pipetmethode worden bepaald. Om na te gaan, of hiervoor de pipetmethode juiste resultaten geeft, werd op de hiervoor aangegeven methode ook nog onderzocht een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 16—35  $\mu$  en 50 % van de fractie 35—43  $\mu$ . Hierbij bleek, dat het gehalte aan de fractie < 35  $\mu$  met de pipetmethode bepaald merkbaar lager was dan 50 %. Hieruit volgt dus, dat de pipetmethode niet meer mag worden toegepast voor de bepaling van de fractie < 35  $\mu$ . Indien dit noodgedwongen toch geschiedt, worden hierdoor fouten gemaakt, waarmede rekening moet worden gehouden.

In verband met het bovenstaande moge hier worden opgemerkt, dat de methode-ATTERBERG op analoge wijze onderzocht is met een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 16—30  $\mu$  en 50 % van de fractie 30—40  $\mu$ . Tijdens het slibben werd nauwkeurig rekening gehouden met de temperatuur van het water, waarmede geslibd werd. Bepaald werd het gehalte < 30  $\mu$ . Het resultaat was, dat, in overeenstemming met een vergelijkend onderzoek tussen de, met de zeef-pipet- en de ATTERBERG-methode verkregen, resultaten, het gehalte aan de fractie < 30  $\mu$  te laag was (in dit geval minder bedroeg dan 50 %). Hieruit volgt, dat de methode volgens ATTERBERG niet meer gebruikt mag worden voor de bepaling van de fractie < 30  $\mu$ . Tot welke deeltjesgrootte deze methode wel toegepast mag worden, werd op de aan gegeven methode niet nader onderzocht. Uit het bovengenoemde vergelijkend onderzoek volgt echter, dat tot 25  $\mu$  (fractie < 25  $\mu$ ) dit wel het geval is.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat ook uit deze overweging de maaswijdte van de zeef voor het natzeven 35  $\mu$  moet zijn. De in de bovengenoemde onderzoekingen gebruikte fracties zijn weer bereid met behulp van de nauwere vaten van het КОРЕЧЬ-apparaat, waarbij uiteraard zorg



vuldig zoowel met de temperatuur van het water als met de dichtheid van de zandfractie rekening werd gehouden.

10. Voor de bestudeering van de peptisatie van den grond was het noodig diverse punten te bestudeeren. In de eerste plaats werd nagegaan wat het uitmaakt, indien de grond werd uitgewasschen tot zoowel 0,8 als 1,6 liter (0,8 als 1,25 liter) waschvloeistof was opgevangen. Uit dit onderzoek, dat met verschillende gronden werd uitgevoerd, bleek, dat de verkregen resultaten daardoor niet worden beïnvloed. Uitwasschen, tot 0,8 liter waschvloeistof is opgevangen (zie ook sub IV), is dus voldoende.

Tijdens de voorbehandeling en de uitwassching van den grond verliest de grond een bepaald gedeelte van de uitwisselbare basen. Aangezien door sommige onderzoekers wordt beweerd, dat zuivere  $H^+$ -gronden zich met  $(COONa)_2$  niet meer laten peptiseeren en bij langer staan uitvlokken, was het noodig hiernaar een onderzoek in te stellen. Indien dit laatste het geval was, zou de peptisatie kunnen afhangen van het gehalte en mogelijk ook van de samenstelling van de uitwisselbare basen, hetgeen voor de bepaling ontoelaatbaar is. Daarom werden met een 4-tal zeer verschillende gronden de volgende onderzoeken verricht. In de eerste plaats werden de gehalten van de verschillende fracties op de gewone wijze bepaald. In de tweede plaats werden de voorbewerkte gronden na de voorbewerking en uitwassching tot 0,8 liter verder uitgewasschen met 1,75 liter heet 0,06 N HCl en vervolgens weer met gedestilleerd water, tot 0,8 liter in de afzuigkolf, was opgevangen. De aldus voorbewerkte grond is een zuivere  $H^+$ -grond. Ook deze werd nu op de gewone wijze natgezeefd; de doorgeloopte suspensie werd ook nu 15 minuten met Na-oxalaat gekookt, enz. Het resultaat van deze onderzoeken was, dat de, op de laatste wijze verkregen, suspensies evenmin neiging tot uitvlokking vertoonden als de op de gewone wijze verkregen suspensies. Ook de gehalten van de diverse fracties waren in beide gevallen binnen nauwe grenzen dezelfde. Hieruit volgt dus, dat de peptisatie (15 minuten koken met Na-oxalaat) niet beïnvloed wordt door het gehalte of de samenstelling van de uitwisselbare basen.

Verder was het van belang na te gaan, welken invloed de hoeveelheid grond heeft, waarvan wordt uitgegaan, aangezien tenslotte steeds 1 liter suspensie wordt verkregen en de concentratie daarvan recht evenredig is met de hoeveelheid grond, waarvan wordt uitgegaan. Volgens TUORILLA is immers de peptisatie maximaal, indien de gehalten van de diverse fracties onafhankelijk zijn van de concentratie van de suspensie. Uit de talrijke bepalingen, die daarvoor werden verricht en waarbij bij een zelfden grond van 10, 20 en soms ook van 30 gram werd uitgegaan, bleek zonder uitzondering steeds, dat de hoeveelheid grond geen invloed uitoefent.

Om denzelfden reden was het van belang na te gaan, welken invloed de diepte onder den vloeistofspiegel, waaruit de 20 cc suspensie gepipeteerd wordt, uitoefent op de verkregen resultaten. Om dit na te gaan, werd bij een zeker aantal gronden de gehalten van de fractie  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en soms ook  $< 16 \mu$  bepaald, waarbij de diepten, waarop de 20 cc aan de suspensie ontnomen werd, verschillend waren. Hierbij werd telkens van 2,5 liter suspensie uitgegaan, ten einde de concentratie van de suspensie practisch niet te veranderen, nadat reeds eenige malen dezelfde fractie was bepaald. Uit dit onderzoek bleek, dat de verkregen resultaten niet beïnvloed werden door

de diepte, waarbij gepipeteerd wordt. Ook dit vormt dus een aanwijzing dat de peptisatie maximaal is. Coagulatie tijdens de bezinking van de deeltjes treedt dus niet op.

De peptisatie wordt verder bevorderd door de suspensie na toevoeging van den peptisator te koken of te schudden op een schudmachine. Met een zeker aantal gronden werd dan ook nagegaan, welken invloed het koken, resp. het schudden op de schudmachine op de peptisatie heeft. Tevens werd de invloed van den kook- en schudduur nagegaan. Uit deze onderzoekingen bleek, dat sommige gronden door schudden op een schudmachine onvoldoende zijn te peptiseeren, terwijl bovendien de reproduceerbaarheid bij koken van de suspensie grooter was dan bij schudden van de suspensie. Aangezien het koken van de suspensie ook veel eenvoudiger is, verdient dit dus verre de voorkeur. De kookduur bleek het beste op 15 minuten te kunnen worden gesteld. Een kookduur van 1 minuut gaf somtijds iets te lage waarden, terwijl na 30 minuten of langer koken soms een neiging tot coagulatie werd waargenomen, of althans langer koken niet noodig was, indien ten minste  $(\text{COONa})_2$  of  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisatoren werden gebruikt. Bij gebruik van  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator kunnen sommige gronden (grond uit Soedan) zelfs na 30 minuten koken nog lagere cijfers geven dan na koken met  $(\text{COONa})_2$  en  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  als peptisatoren gedurende 15 minuten.

Om de invloed van den peptisator te bestudeeren, werden eerst proeven genomen op deze wijze, dat aan suspensies van verschillende gronden verschillende peptisatoren in verschillende concentraties werden toegevoegd, waarna de uitvlokking werd nagegaan. Als peptisatoren werden onderzocht:  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en  $(\text{COONa})_2$ . Bij deze proefnemingen bleek echter, dat de concentratie van deze peptisatoren ver uiteen kan wijken, zonder dat op het oog eenig verschil is waar te nemen. Deze proefnemingen werden dan ook met een voldoende aantal gronden in kwantitatieven zin herhaald, waarbij dus verschillende peptisatoren in verschillende concentraties werden gebruikt, waarbij de suspensie somtijds bovendien telkens 1 en 15 minuten werd gekookt. In deze laatste gevallen werden daarbij telkens de gehalten van de fractie  $< 2 \mu$ ,  $< 16 \mu$  en in andere gevallen soms ook aan andere fracties bepaald.

Alvorens op de resultaten van de bovengenoemde onderzoekingen nader in te gaan, kan worden opgemerkt, dat voor alle peptisatoren behalve wellicht  $\text{NH}_4\text{OH}$  (zie hieronder) correcties moeten worden aangebracht, aangezien deze peptisatoren bij het indampen van de gepipeteerde 20 cc suspensie niet verdwijnen. Het is duidelijk, dat deze correcties, en dus de concentraties van de peptisatoren, liefst zoo laag mogelijk moeten zijn. Indien hogere concentraties geen verhooging van de peptisatie geven, verdient de laagste concentratie de meeste aanbeveling. Alleen in het geval, dat deze concentraties zoo laag zouden worden, dat de invloed van de elektrische lading van de deeltjes op de bezinkingssnelheid daardoor niet verwaarloosd kan worden, moeten hogere concentraties worden aangewend, hetgeen in de hier medegedeelde onderzoekingen nooit het geval is geweest en dan ook verder onbesproken zal blijven (zie ook hoofdstuk II en de samenvatting daarvan). In dit verband kan worden opgemerkt, dat het nog niet zoo zeker was, dat voor  $\text{NH}_4\text{OH}$  geen correctie behoefde te worden aangebracht. De gronden

hebben immers na hun voorbehandeling een groot gedeelte van hun uitwisselbare basen verloren, waardoor bij toevoeging van  $\text{NH}_4\text{OH}$  uitwisseling en daarmee dus adsorptie van  $\text{NH}_4\text{OH}$  zou kunnen optreden. Om dit na te gaan, werden speciale onderzoeken verricht, waaruit bleek, dat geen adsorptie van  $\text{NH}_4\text{OH}$  is opgetreden, of dat eventueel geadsorbeerd  $\text{NH}_4\text{OH}$  tijdens het drogen bij  $105^\circ\text{C}$  althans weer is verdwenen. Hieruit volgt, dat bij gebruik van  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator inderdaad geen correctie behoeft te worden aangebracht.

Uit de reeds eerder genoemde onderzoeken over het effect van de genoemde peptisatoren in verschillende concentraties bleek, dat Na-oxalaat, Na-pyrophosfaat en  $\text{NH}_4\text{OH}$  de beste peptisatoren waren. De beste concentraties voor deze peptisatoren waren resp. 0,005 Molair Na-oxalaat, 0,003 Molair Na-pyrophosfaat en 0,1 Molair  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Verder bleek, dat  $\text{NH}_4\text{OH}$  met sommige ijzeroxydehoudende gronden (o.a. ook den grond uit Soedan) te lage waarden gaf. Uit een onderzoek, dat met een 19-tal grondmonsters in duplo werd verricht en waarbij resp. 0,005 M  $(\text{COONa})_2$ , 0,003 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  en 0,1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator werd gebruikt, bleek, dat gemiddeld genomen de gehalten van de diverse fracties weinig uiteen liepen. De som van alle bestanddeelen was, indien  $(\text{COONa})_2$  als peptisator werd gebruikt, dichter bij 100 % dan indien een van de beide andere peptisatoren was toegevoegd. Verder bleek de middelbare fout van één bepaling bij gebruik van Na-oxalaat als peptisator de kleinste te zijn, zij het dan ook, dat de verschillen met  $\text{NH}_4\text{OH}$  als peptisator niet groot waren. Aangezien uit een speciaal daarnaar ingesteld onderzoek bovendien gebleken was, dat voor ijzeroxydehoudende gronden  $\text{NH}_4\text{OH}$  een onvoldoende peptisatie kan geven, werd dan ook 0,005 M Na-oxalaat als de beste peptisator aangehouden.

11. Verder werden enkele foutenmogelijkheden nader onderzocht. In de eerste plaats werd nagegaan, welke fout gemaakt kan worden door de sorptie van water, optredend na het drogen op  $105^\circ\text{C}$ . Hiervoor werden vergelijkende proefnemingen verricht, waarbij zoowel boven  $\text{CaCl}_2$  in een gewonen exsiccator als boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  in een vacuum exsiccator werd afgekoeld en waarbij het wegen in een snel tempo en zonder verdere voorzorgen werd verricht. Hierbij bleek, dat door de watersorptie een fout van 0,16 % per 10 % van de fractie  $< 2 \mu$  wordt gemaakt, indien wordt aangenomen, dat alleen deze fractie water adsorbeert, hetgeen althans practisch het geval zal zijn.

Verder werden enkele oriënteerende onderzoeken verricht voor een globale bepaling van de fout, gemaakt tengevolge van de resteerende heterogeniteit van het monster. Vaststaande resultaten werden daarbij niet verkregen. Wel krijgt men den indruk, dat de fout tengevolge van de resteerende heterogeniteit klein is ten opzichte van de analysefout.

Tenslotte werd de fout ontstaan tijdens het indampen, drogen, afkoelen in den exsiccator en het wegen nagegaan. Hierbij bleek, dat afkoelen in een vacuum exsiccator boven  $\text{P}_2\text{O}_5$  geen verbetering geeft ten opzichte van de afkoeling boven  $\text{CaCl}_2$  in een gewonen exsiccator. De verschillen tusschen herhaalde wegingen en afkoelingen hebben maximaal ongeveer 6 mg bedragen; gewoonlijk zijn deze verschillen echter veel kleiner. Deze fout in mg zal uiteraard vrijwel dezelfde blijven, indien van meer grond wordt uitgegaan; de fout in relatieven zin moet daardoor echter in belangrijke mate worden ver-

kleind. Om dit na te gaan, werd een 18-tal gronden in duplo onderzocht, waarbij zowel van 10 als van 20 gram grond werd uitgegaan. Zooals reeds eerder werd opgemerkt, werden de gehalten van de verschillende fracties daardoor niet veranderd. De middelbare fout van één bepaling liep aanmerkelijk terug, met uitzondering van de m.f. van de bepaling van de fractie  $> 35 \mu$ , waarbij de fout toeneemt. Dit laatste is ook begrijpelijk, aangezien het natzeven des te moeilijker wordt, naarmate van meer grond wordt uitgegaan. Sedert dan ook werd vastgesteld, dat de fout van de bepaling kleiner is, naarmate van meer grond wordt uitgegaan, werd steeds 20 gram gebruikt. Aangezien het natzeven, indien van 30 gram grond wordt uitgegaan, zoo tijdroovend wordt, dat dit praktisch onmogelijk is, nog afgezien van andere bezwaren, die daarbij optreden, werd de foutengrens in geval dat van 30 gram grond werd uitgegaan, niet verder bepaald.

12. Een maatstaf voor de juistheid van de bepaling vormt het feit, dat de som van alle bestanddeelen  $\pm 100\%$  moet zijn. Dit blijkt bij een 100-tal gronden met relatief lage humusgehalten gemiddeld genomen dan ook het geval te zijn. Voor de afzonderlijke gronden blijken echter soms niet onaanzienlijke afwijkingen voor te komen, waarbij de som van alle bestanddeelen in die gevallen niet onbelangrijk boven  $100\%$  uitkomt. Dit laatste blijft het geval, indien een correctie voor de sorptie van water wordt aangebracht. Een en ander wordt veroorzaakt door het resteerende humusgehalte, d.w.z. door de rest van het humusgehalte, dat na de voorbereiding van den grond met  $H_2O_2$  hierin achterblijft. Dat dit humusgehalte na de voorbereiding met  $H_2O_2$  niet volledig verdwijnt, was overigens reeds lang bekend.

Om de bovengenoemde kwestie nader te onderzoeken, werd eerst het resteerende humusgehalte in de met  $H_2O_2$  en  $HCl$  voorbereide reeds eerder genoemde, ruim 100 gronden bepaald, waarbij bleek, dat, indien de som van alle bestanddeelen niet onbelangrijk boven de  $100\%$  uitkwam, dit inderdaad door het resteerende humusgehalte werd veroorzaakt. Om dit verder na te gaan, werd het resteerende humusgehalte van de fractie  $< 35 \mu$  en  $> 35 \mu$  voor een 30-tal gronden met opklimmende humusgehalten tot ruim  $90\%$  toe volgens de elementaire analyse bepaald. Hierbij bleek, dat aanzienlijke gehalten (meer dan  $10\%$ ) aan resteerenden humus kunnen optreden. Verder blijkt er tot gronden met omstreeks  $20\%$  humus toe een vrij goed verband en daarboven hoogstens een zeer ruw verband te bestaan tusschen het oorspronkelijke humusgehalte van den grond en het resteerend humusgehalte van den geheelen voorbereikten grond of van de fractie  $< 35 \mu$  van den voorbereikten grond.

Het aanbrengen van een correctie voor den resteerenden humus van gronden tot omstreeks  $20\%$  humus toe is dus mogelijk, zoodra bekend is, hoe dit resteerende humusgehalte over de diverse korrelfracties verdeeld is. Bij dit onderzoek bleek in dit opzicht reeds, dat de fractie  $> 35 \mu$  nooit meer dan  $1\%$  resteerend humusgehalte bezit, indien het humusgehalte niet hoger oploopt dan tot  $20\%$ , terwijl het resteerend humusgehalte niet meer dan  $2,5\%$  bedraagt, indien het humusgehalte van den grond grooter is, hoe groot dit verder ook moge zijn.

Uit de bovengenoemde onderzoekingen volgt tevens, dat verreweg het grootste gedeelte van den resteerenden humus — althans voor gronden, die

meer dan omstreeks 5 % humus bevatten — zich bevindt in de fractie  $< 35 \mu$ . Uiteraard diende nagegaan te worden, hoe dit resteerend humusgehalte verder over de subfracties van deze fractie  $< 35 \mu$  verdeeld is, waarop hieronder zal worden teruggekomen.

13. In de tabellen 82 en 83 zijn nog eens de resultaten van alle onderzoeken samengevat, die volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode resp. volgens de ATTERBERG-methode zijn verricht, met uitzondering van de onderzoeken, verricht met een 19-tal monsters (gecombineerde zeef-pipetmethode), waarvan de resultaten zijn opgenomen in de tabellen 57 en 67 a, b en c.

14. Uit een vergelijking tusschen de gehalten van de fracties  $< 2 \mu$ ,  $< 8 \mu$  en  $< 16 \mu$ , die zoowel volgens de methode-ATTERBERG als volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode zijn bepaald, blijkt, dat deze gehalten bepaald volgens de methode-ATTERBERG in den regel iets hooger zijn dan bepaald volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode, hetgeen ook uit de gemiddelde gehalten van alle fracties van alle gronden blijkt, die volgens beide methoden zijn onderzocht. Ofschoon een nauwkeurige vergelijking niet kan geschieden, aangezien bij de methode-ATTERBERG slechts ten deele met de temperatuur van de vloeistof, waarin de deeltjes bezinken, rekening wordt gehouden en bovendien de bezinkingstijden volgens een iets andere formule worden berekend, blijken de resultaten volgens beide methoden verkregen vrijwel gelijk te zijn. In overeenstemming met het feit, dat nog geen omrekening op 100 % bij de gecombineerde zeef-pipetmethode heeft plaats gevonden, waarbij dus de gloeirest + het algebraïsch verschil van alle bestanddeelen en 100 % bij de fractie  $< 16 \mu$  wordt opgeteld, resp. evenredig met de subfracties van deze fractie  $< 16 \mu$  over deze subfracties wordt verdeeld, geeft de methode-ATTERBERG iets hogere gehalten aan deze fracties dan de gecombineerde zeef-pipetmethode.

Volgens de methode-ATTERBERG worden de fracties  $< 22,6 \mu$  en  $< 32 \mu$  en volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode de fracties  $< 25$  en  $< 35 \mu$  bepaald. Afgezien van de boven reeds vermelde omstandigheden is het gemiddelde gehalte van de fractie  $< 25 \mu$  volgens de zeef-pipetmethode en van de fractie  $< 22,6 \mu$  volgens de methode-ATTERBERG (uiteraard van dezelfde gronden) gelijk. Bedenken we, dat na de omrekening op 100 % het gehalte aan de fractie  $< 16 \mu$  en dus het gehalte aan de fractie  $< 25 \mu$  bepaald volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode stijgt, dan is dus in overeenstemming met het feit, dat volgens de zeef-pipetmethode een fractie tot een iets grootere korreldoorsnede is bepaald, het gemiddelde gehalte daarvan grooter. Beschouwt men de gronden afzonderlijk, dan blijkt ook hieruit, dat de, volgens ATTERBERG en volgens de zeef-pipetmethode verkregen, gehalten vrijwel gelijk zijn, indien nog geen herleiding van alle bestanddeelen onder weglating van de gloeirest op 100 % heeft plaats gevonden. Een uitzondering daarop vormen de gronden met lagere gehalten van de fractie  $< 25 \mu$ , waarbij de ATTERBERG-methode iets hogere waarden (1 à 2 %) geeft. Na herleiding voor alle bestanddeelen onder weglating van de gloeirest op 100 % zullen de gehalten volgens de zeef-pipetmethode stijgen. De gehalten blijven dan iets te laag, tenzij mocht blijken, dat het gehalte van de fractie van 22,6—25  $\mu$  bij gronden met relatief lage gehalten van de fractie  $< 22,6$

à 25  $\mu$  klein zijn, hetgeen niet verder is nagegaan. Overigens zijn deze verschillen gering, zoodat zij alleen volledigheidshalve zijn genoemd.

Wat betreft de gehalten van de fractie  $< 32 \mu$ , bepaald volgens de methode-ATTERBERG, en van de fractie  $< 35 \mu$ , bepaald volgens de zeef-pipetmethode, blijkt, dat gemiddeld genomen volgens ATTERBERG belangrijk lagere gehalten werden bepaald dan volgens de gecombineerde zeef-pipetmethode. Dit verschil neemt nog toe, indien bij de laatste methode een omrekening van alle bestanddeelen onder weglating van de gloeirest op 100 % plaats vindt. Van grond tot grond komen bovendien belangrijke verschillen voor, waaruit reeds af te leiden was, dat de methode-ATTERBERG niet meer voor de bepaling van de fractie  $< 32 \mu$  zal mogen worden toegepast. Zooals reeds eerder werd medegedeeld, werd dit nagegaan door het gehalte van de fractie  $< 30 \mu$  volgens de methode-ATTERBERG te bepalen in een mengsel, bestaande uit 50 % van de fractie 16—30  $\mu$  en 50 % van de fractie 30—40  $\mu$ . Aangezien ook hier een te laag gehalte werd bepaald, ondanks het feit, dat zorgvuldig met de temperatuur rekening werd gehouden, volgt hier dan ook uit, dat de methode-ATTERBERG voor de bepaling van de fractie  $< 30 \mu$  niet meer gebruikt mag worden.

Met betrekking tot de middelbare fouten van één bepaling kan worden opgemerkt, dat deze fouten voor beide methoden in het algemeen groter worden, naarmate de fracties, waarvoor ze gelden, grover werden. De middelbare fouten, verkregen bij de methode-ATTERBERG, zijn kleiner dan die, verkregen bij de gecombineerde zeef-pipetmethode, zij het dan ook, dat het verschil niet groot is. De oorzaak ligt in het feit, dat bij de methode-ATTERBERG de duplo's gelijktijdig worden bepaald, waardoor het aantal afslibbingen gelijk blijft. Deze fouten zouden zeker niet onbelangrijk groter zijn, indien deze duplobepalingen niet gelijktijdig waren uitgevoerd, waardoor het aantal afslibbingen waarschijnlijk verschillend zou zijn geweest, aangezien de beoordeeling, wanneer de bovenstaande vloeistof helder is, nu eenmaal subjectief is. Hoe groot deze fouten dan zouden zijn, is niet nagegaan. Ondanks dit feit kan echter worden aangenomen, dat ook de ATTERBERG-methode één van de best reproduceerbare methoden is. De bezwaren aan de methode-ATTERBERG verbonden, zijn in hoofdstuk I besproken, waarnaar verwezen kan worden.

15. Zooals reeds werd opgemerkt, is voor gronden met hogere humusgehalten het resteerende humusgehalte niet te verwaarlozen.

In de eerste plaats bleek het humusgehalte van de fractie  $> 35 \mu$ , ofschoon op zichzelf beschouwd relatief gering (niet boven 2,5 % op drogen grond), soms zoo groot te zijn, dat niet meer (droog) kon worden gezeefd. Hiervoor moest deze fractie eerst worden gegloeid. Om na te gaan, of door het gloeien van de fractie  $> 35 \mu$  het zeefresultaat wordt beïnvloed, werden bij een 13-tal gronden met geringe humusgehalten de fractie  $> 35 \mu$  als zoodanig en na gloeien bij 1000° C gezeefd. Hierbij bleek, dat de resultaten precies dezelfde waren. De fractie  $> 35 \mu$  mag dus voor het zeven zonder meer worden gegloeid. Alleen voor sommige ijzeroxydehoudende gronden moet vermoedelijk een correctie voor het vastgebonden water worden aangebracht — voor de andere gronden is deze te verwaarlozen klein —, waarop zal worden teruggekomen.

Is verder het resteerende humusgehalte niet te verwaarloozen klein, dan moeten alle fracties worden gegloeid, waardoor ook voor deze fracties correcties voor het vastgebonden water moeten worden aangebracht. Deze correcties werden zoowel voor gewone niet-ijzeroxydehoudende als voor ijzeroxydehoudende of vermoedelijk ijzeroxydehoudende gronden bepaald met behulp van fracties, die of reeds eerder waren verzameld of alsnog werden verzameld en waarbij in beide gevallen uiteraard van zeer weinig humushoudende gronden werd uitgegaan.

Om na te gaan, in hoeverre bevredigende resultaten met gronden met hogere humusgehalten werden verkregen, indien de monsters op de gewone wijze werden behandeld en de tot droog ingedampde 20 cc gepipeteerde vloeistof alleen wordt gedroogd tot 105° C resp. bovendien bij 1000° C wordt gegloeid, werden een 30-tal grondmonsters met opklimmende humusgehalten (tot ruim 70 % toe) onderzocht. Hierbij bleek, dat de som van alle bestanddeelen vrijwel 100 % was, indien het humusgehalte van den grond niet hoger is dan omstreeks 20 %. Bij hogere humusgehalten kan deze som zooveel boven 100 % uitkomen, dat het resteerende humusgehalte niet kan worden verwaarloosd en de fracties dus tijdens de bepaling gegloeid moeten worden. Om dezen reden zijn dan ook de gronden in twee groote groepen onder te verdeelen. De gronden met hoogstens 20 % humus kunnen op de gewone wijze worden geanalyseerd. Hierbij wordt het resteerende humusgehalte verwaarloosd, voor zooverre dit niet in rekening wordt gebracht bij het herleiden van de som van alle bestanddeelen onder weglating van de gloeirest op 100 %. De gronden met minstens 20 % humus moeten verder op de gewone wijze geanalyseerd worden met deze uitzonderingen, dat de fractie  $> 35 \mu$  eerst wordt gegloeid en daarna pas wordt gezeefd, terwijl de gehalten van de fijnere fracties zoowel voor als na het gloeien worden bepaald, hetgeen overigens ook voor de totale fractie  $> 35 \mu$  het geval is. Voor het verlies van het vastgebonden water tengevolge van het gloeien moeten correcties worden aangebracht, die voor niet- en wel ijzeroxydehoudende gronden gelijk zijn. Bij sommige ijzeroxydehoudende gronden blijken de hoeveelheden vastgebonden water voor de fracties 2—4  $\mu$ , 4—8  $\mu$ , 8—16  $\mu$  en 16—25  $\mu$  abnormaal hoog te zijn (deze hoeveelheden vastgebonden water bleken ook voor deze onderzochte gronden voor de fracties  $< 2 \mu$  en  $< 25 \mu$  normaal te zijn). Deze gronden zijn echter niet te onderkennen, waarom dan ook voor alle gronden de normale correcties voor het vastgebonden water moeten worden toegepast. In verreweg de meeste gevallen nadert de som van alle bestanddeelen dan weer 100 %. In enkele gevallen blijft de som ook dan beneden de 100 %. Voor de verbetering van de resultaten in die gevallen zijn eenige verbeteringen mogelijk, waarvoor naar den uitvoerigen tekst verwezen wordt. Evenals voor de gronden met minder dan 20 % humus, kan dan omrekening op 100 % voor alle bestanddeelen volgen, waardoor de gloeirest, en voor de gronden met minder dan 20 % humus eveneens de resteerende humus, wordt weggewerkt.

In verband met het bovenstaande was het verder nog van belang na te gaan, hoe het resteerende humusgehalte over de subfracties van de fractie  $< 35 \mu$  verdeeld is. Dit was uit de hiervoor genoemde onderzoekingen af te leiden. Uit de verlaging van het gehalte van een bepaalde fractie na het gloeien

is immers gemiddeld genomen het resteerende humusgehalte na te gaan, aangezien voor het gloeien van het vastgebonden water na het gloeien een correctie werd aangebracht. Hierbij bleek, dat voor gronden met 5 % tot omstreeks 30 % humus het resteerende humusgehalte voornamelijk in de fractie  $< 2 \mu$  is opgehoopt; boven rond 30 tot rond 40 % bevat, behalve de fractie  $< 2 \mu$  ook de fractie  $2-4 \mu$  een merkbare hoeveelheid resteerende humusgehalte, terwijl bij een nog hooger humusgehalte ook de fractie  $4-8 \mu$  en tenslotte nog de fractie  $8-16 \mu$  merkbare hoeveelheden resteerende humus bevatten. Voor de fractie  $16-25 \mu$  en  $25-35 \mu$  is dat, bij welk humusgehalte van den grond dan ook, nooit in merkbare mate het geval; d.w.z. het gehalte van deze fracties verandert na aanbrenging van de correctie voor het vastgebonden water niet aantoonbaar. Aangezien we de gronden met minder dan 20 % humus niet gloeien, verdeelen we den eventueel resteerenden humus evenredig met de gehalten van de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  over deze subfracties, zij het dan ook, dat dit door analysefouten nooit streng geschiedt. De gloeirest vermeerderd met de algebraïsche som van alle bestanddeelen van 100 % wordt immers op de aangegeven wijze over de subfracties van de fractie  $< 16 \mu$  verdeeld. Voor de gronden met 5—30 % humus bevindt het resteerende humusgehalte zich echter hoofdzakelijk in de fractie  $< 2 \mu$ . Hierdoor worden fouten gemaakt, die echter te verwaarloozen gering zijn, aangezien de resteerende humusgehalten zelf reeds zeer klein zijn.

16. Aan het slot van de publicatie werd tenslotte nog een nauwkeurige beschrijving van de analysemethode opgenomen, terwijl ook van de onderzochte gronden de belangrijkste bijzonderheden werden vermeld.

## HOOFDSTUK IV

### Algemeene Samenvatting

Hierover kunnen we kort zijn. Hoofdstuk I vormt een korte inleiding. In hoofdstuk II is de Wet van STOKES en de voorwaarden, waaronder deze geldig is, besproken. Voor een samenvatting wordt naar de samenvatting aan het slot van dit hoofdstuk verwezen. In hoofdstuk III A wordt de reproduceerbaarheid en het wezen van het (droog) zeven besproken; een samenvatting is aan het eind daarvan opgenomen. Hoofdstuk III B behandelt tenslotte zoowel de geheele zeef-pipetmethode in het algemeen als de pipetmethode in het bijzonder. Een samenvatting is ook hier aan het slot toegevoegd.